

PROYECTO TESIS DISEÑO RED DE VALOR VERDE PARA LAS OPERACIONES EN  
PLATAFORMA DEL AEROPUERTO INTERNACIONAL EL DORADO LUIS CARLOS  
SARMIENTO

YEFI ROLANDO TRUJILLO

PROYECTO INTEGRAL DE GRADO PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
MAGISTER EN ADMINISTRACIÓN MBA

DIRECTOR

MÓNICA YINETTE SUÁREZ SERRANO

CODIRECTORES

PHD. PALOMA MARÍA TERESA MARTÍNEZ SÁNCHEZ

PHD. DANIEL FERNANDO PRATO SÁNCHEZ

MSC. NIDIA DEL ROSARIO REINA

FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA  
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS  
PROGRAMA DE MAESTRIA EN ADMINISTRACIÓN MBA  
BOGOTÁ D.C

2023

## NOTA DE ACEPTACIÓN

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Nombre del director

Firma del Director

---

Nombre

Firma del presidente Jurado

---

Nombre

Firma del Jurado

---

Nombre

Firma del Jurado

Bogotá, D.C. noviembre de 2023

## **DIRECTIVAS DE LA UNIVERSIDAD**

Presidente de la Universidad y Rector del Claustro

Dr. Mario Posada García Peña

Vicerrector Académico de Recursos Humanos

Dr. Luis Jaime Posada Garcia-Peña

Vicerrectora Académica y de Investigaciones

Dra. Alexandra Mejía Guzmán

Vicerrector Administrativo y Financiero

Dr. Ricardo Alfonso Peñaranda Castro

Secretario General

Dr. José Luis Macías Rodríguez

Decano Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas

Dr. Esteban Durán Becerra

Director de programa

Dr. Julián Andres Gómez Vargas

Las directivas de la Universidad de América, los jurados calificadores y el cuerpo docente no son responsables por los criterios e ideas expuestas en el presente documento. Estos corresponden únicamente a los autores.

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero agradecer primero que todo a Dios por darme la oportunidad de pertenecer a un proyecto tan importante para la Fundación Universidad América y lo que representa en el ámbito profesional y como persona.

También quiero dar las gracias a mi familia que siempre han creído en mí, y me han brindado apoyo a lo largo de mi carrera. Un especial agradecimiento a Camilo Jiménez de quien recibí apoyo extraordinario en las últimas etapas del proyecto. A todos los que hicieron parte del proyecto en especial a Nidia Reina quien dio la pauta para el desarrollo y ejecución, de igual forma también a la directora de tesis Mónica Suarez por toda su apoyo y paciencia.

¡Se vale soñar y creer que si se puede!

## TABLA DE CONTENIDOS

	Pág.
RESUMEN	12
INTRODUCCIÓN	13
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
1.2 Pregunta(s) de investigación	22
2. JUSTIFICACIÓN	23
3. OBJETIVOS	27
3.1 Objetivo general	27
3.2 Objetivos específicos	27
4. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	28
4.1 Gestión de cadena de suministro	29
4.1.2 <i>Ciclo cerrado</i>	30
4.1.3 <i>Red de valor verde</i>	31
4.2 <i>Economía circular y ecología industrial</i>	33
4.2.1 <i>Ecología industrial</i>	35
4.3 Logística inversa	36
4.3.1 <i>Dimensiones de las redes de logística inversa</i>	38
4.3.2 <i>Ítems Recuperados:</i>	41
4.3.3 <i>Alternativas de Recuperación</i>	42
4.3.4 <i>Actores Involucrados</i>	43
4.3.5 <i>Tipos de Retornos</i>	44
4.3.6 <i>Beneficios por Valor Agregado</i>	44
5. MARCO NORMATIVO	46
5.1 Impactos y riesgos ambientales y sanitarios derivados de una ineficiente gestión de residuos	46
6. MARCO CONCEPTUAL AEROPUERTOS	48

6.2 Aeródromo:	49
6.3 Aeropuerto:	50
6.4 Plataforma	50
6.5 Las Plataformas:	50
6.5.1 Extensión de las plataformas:	50
6.5.2 Componentes de la plataforma	51
7. DISEÑO METODOLÓGICO	53
7.1 Fase uno	53
7.2 Fase dos	54
7.3 Fase tres	55
7.4 Fase cuatro	56
8. RESULTADOS	57
8.1 Objetivo 1: Caracterizar la operación de la plataforma del Aeropuerto Internacional El Dorado Luis Carlos Galán Sarmiento	57
8. 1. 2 <i>Plataforma Aeropuerto Internacional el DORADO</i>	57
8.1.3 <i>Operaciones en Plataforma</i>	62
8.2 Objetivo 2: Diagnosticar el manejo de los residuos generados en la plataforma y su impacto ambiental	72
8.2.1 <i>Contextualización:</i>	72
8.2.2 <i>Caracterización residuos sólidos y líquidos</i>	78
8.2.3 <i>Evaluación de impactos</i>	87
8.3 Objetivo 3: Estructurar las redes de valor de reúso, remanufactura, reciclaje y disposición aplicables a los residuos generados en la plataforma del Aeropuerto Internacional el Dorado	105
8.3.1 <i>Participación en la gestión integral de residuos</i>	105
8.3.2 <i>Cadenas de Valor</i>	106
8.3.3 <i>Red de Valor de Reúso</i>	107
8.3.4 <i>Red de Valor de Remanufactura</i>	109

8.3.5 Red de valor de Reciclaje	113
8.3.6 Red de valor de Disposición	118
8.4 Objetivo 4: Propuesta Diseño red de valor verde para las operaciones en plataforma del Aeropuerto Internacional el Dorado	122
8.4.1 Propuesta	122
9. CONCLUSIONES	129
10. RECOMENDACIONES	132
REFERENCIAS	133

## LISTADO DE FIGURAS

	pág.
Figura 1 Movimiento de comercio exterior por modalidad	14
Figura 2 Movimiento de pasajeros nacionales e Internacionales	15
Figura 3 Diagrama de árbol causas y efectos	19
Figura 4 Logística en un modelo de red verde	23
Figura 5 Logística tradicional	28
Figura 6 Dimensiones de la logística de inversa	38
Figura 7 Estrategias – Manejo de residuos	40
Figura 8 Plataforma	51
Figura 9 Identificación áreas de la plataforma	52
Figura 10 Caracterización física Aeropuerto El Dorado	59
Figura 11 Secuencia de servicios de escala	60
Figura 12 Operaciones en Plataforma El Dorado	66
Figura 13 Corrientes de residuos / Operación aeropuerto Interaseo	74
Figura 14 Porcentaje de residuos por corriente	76
Figura 15 Metodología Evaluación ambiental	87
Figura 16 Actividades por nivel de importancia	95
Figura 17 Número de incidentes – Reporte irregularidad portuaria	98
Figura 18 Flujo equipaje en banda	100
Figura 19 Operación de equipaje en banda	101
Figura 20 Punto de basura para residuos físicos	101
Figura 21 Punto de basura para residuos físicos	101
Figura 22 Punto de basura para residuos físicos exterior	104
Figura 23 Modelo gestión integral de residuos	106
Figura 24 Introducción redes de recuperación	107

Figura 25 Red de Valor Remanufactura	110
Figura 26 Red de Valor Reciclaje	116
Figura 27 Red de Valor Disposición	120
Figura 28 Proceso de manejo integral de residuos	123

## LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1 Listado de irregularidades en plataforma	16
Tabla 2 Aprovechamiento de los materiales	26
Tabla 3 Dimensiones de las Redes de Logística Inversa	39
Tabla 4 Actividades de Ejecución en la logística inversa	43
Tabla 5 Beneficios de un sistema de Logística Inversa	45
Tabla 6 Estadísticas de Tráfico de Aeropuertos Enero 2019 – Diciembre 2021	57
Tabla 7 Movimiento de Aeronaves Mensuales 2019 Enero – 2020 Diciembre	58
Tabla 8 Equipos de soporte eléctricos y mecánicos en operación de plataforma	67
Tabla 9 Consolidado de caracterizaciones - tenedores de espacio aeropuerto EL Dorado	77
Tabla 10 Informe de generación de residuos en plataforma	78
Tabla 11 Matriz de Riesgos Papel y Cartón	79
Tabla 12 Matriz de Riesgos plástico	80
Tabla 13 Matriz de Riesgos plástico	81
Tabla 14 Matriz de Riesgos vidrio, Metales ferrosos y metales no ferrosos	82
Tabla 15 Matriz de Riesgos organico y otros	83
Tabla 16 Matriz de Riesgos ordinarios, madera	84
Tabla 17 Matriz de Riesgos en plataforma	85
Tabla 18 Matriz de Riesgos en plataforma	86
Tabla 19 Actividades en plataforma	88
Tabla 20 Aspectos e Impactos Ambientales	88
Tabla 21 Matriz modificada de Vicente Conesa evaluación expertos	92
Tabla 22 Resultado consolidado matriz expertos	95
Tabla 23 Calificación promedio por actividad	97
Tabla 24 Operaciones de comercio Exterior y Vuelos	124
Tabla 25 Aprovechamiento y suministro	124
Tabla 26 Operaciones en todas las terminales	126
Tabla 27 Generación y clasificación de residuos en la fuente	127
Tabla 28 Gestión integral de residuos	128

## RESUMEN

El proyecto Diseño Red De Valor Verde Para Las Operaciones en Plataforma del Aeropuerto Internacional El Dorado Luis Carlos Sarmiento, plantea una mejora sostenible para el manejo de residuos sólidos generados dentro de la operación.

El estudio se desarrolla a través de la aplicación de métodos cualitativos y cuantitativos de investigación. En la primera etapa, se realizó una contextualización, caracterización y definición del problema central mediante fuentes secundarias de información. Se identificó la falta de gestión de residuos por parte de los tenedores de espacio.

Posteriormente se realizó un análisis, caracterización y documentación del funcionamiento de las redes de valor según su aplicación. Adicionalmente se identificó la incidencia de los integradores en la gestión de procesos de los residuos sólidos y los impactos ambientales en la operación.

Con el propósito de correlacionar los factores identificados, en la segunda etapa se realizó un diagnóstico que fue validado mediante la recolección de información en fuentes primarias y la aplicación de una herramienta de validación. A partir de estos resultados, se generó una propuesta para la configuración de la nueva red, con el fin de incrementar la inserción de nuevos actores y mejorar la gestión de los residuos.

La propuesta para la gestión integral de residuos responde a la necesidad de un modelo que permita mejorar la eficiencia en las operaciones en plataforma y el uso de insumos (materiales, productos, empaques y embalajes) que pueden sumar a las iniciativas operativas a través de las asociaciones encargadas de gestionar, reciclar, y disponer los residuos en una economía circular.

**Palabras Claves:** Gestión Ambiental, Red de Valor, reciclaje, reusó, remanufactura, disposición de residuos, operaciones aeroportuarias, plataforma, carga, aeropuerto. Gestión de cadena de suministro, ciclo cerrado, red de valor verde, logística inversa, economía circular y ecología industrial, dimensiones de las redes de logística inversa

## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de tesis tiene como principal objetivo bajo la línea de investigación; Diseñar una red de valor verde para las operaciones en plataforma del Aeropuerto Internacional el Dorado Luis Carlos Sarmiento. Enmarcado dentro la sub-línea temática Optimización, rediseño o gestión de cadenas de producción y suministro más eficientes que permitan patrones sostenibles de producción y consumo de Minciencias.

La importancia de estudiar y profundizar las redes de valor va más allá de los movimientos de productos y servicios, y su impacto en el ámbito logístico, económico, social y cultural. Las redes de valor recobran hoy en día mayor importancia porque se han convertido en el eje central de la globalización que acompaña a las industrias, pero así mismo se ha convertido en una de las principales preocupaciones ante el nivel de retornos, y devoluciones que se presentan día a día en la economía de recursos.

# 1.PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

## 1.1. Aeropuerto Internacional el Dorado

Para fundamentar la problemática que se quiere abordar, se analizó a la principal terminal aérea en Colombia, ubicada en la ciudad de Bogotá. El Aeropuerto internacional el Dorado es considerado mayor eje logístico del país de acuerdo con el tránsito de pasajeros en sus vuelos nacionales e internacionales, y de carga en sus procesos de importación y exportación de mercancías. La Administración, modernización expansión, operación, explotación comercial y mantenimiento del Aeropuerto Internacional El Dorado Luis Galán Sarmiento de la ciudad de Bogotá, fue cedida por la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil – AEROCIVIL mediante Contrato de Concesión No. 6000169OK el 12 de septiembre de 2006, a la Sociedad Concesionaria Operadora Aeroportuaria Internacional S.A. La última licitación entregada para la modernización y operación fue obtenida por el concesionario OPAIN S.A en el año 2006. Esto en respuesta a un país con una economía creciente, constante desarrollo y que requiere ser un estándar a nivel internacional, que es hoy por hoy, una de las obras de infraestructura logística en materia de movilización de personas y de carga más importantes de Colombia.

Según el reporte anual del ministerio de transporte, el terminal aéreo de la ciudad de Bogotá movilizó el 0.35% del total de toneladas de carga. (para los años 2016, 2017 y 2018 en el país (**figura 1**))

**Figura 1**

**Movimiento de comercio exterior por modalidad**

CARGA DE COMERCIO EXTERIOR IMPORTACIONES				
AÑO	TERRESTRE	AÉREO	MARÍTIMO	TOTAL TON
2016	4.930.130	209.349	41.205.009	46.344.488
2017	5.396.632	226.644	39.692.429	45.315.705
2018	3.890.638	240.477	38.674.560	42.805.675
TOTAL	14.217.400	676.470	119.571.998	134.465.868





CARGA DE COMERCIO EXTERIOR EXPORTACIONES				
AÑO	TERRESTRE	AÉREO	MARÍTIMO	TOTAL TON
2016	611.980	401.595	139.669.135	140.682.710
2017	802.654	422.286	135.888.602	137.113.542
2018	818.300	424.660	130.811.320	132.054.280
TOTAL	2.232.934	1.248.541	406.369.057	409.850.532

**Nota.** Datos estadísticos Ministerio de transporte año 2019.

**Figura 2**

**Movimiento de pasajeros nacionales e Internacionales**

MOVIMIENTO DE PASAJEROS NACIONALES				
AÑO	TERRESTRE	AÉREO	MARITIMO	TOTAL
2016	189.953.909	23.967.821	2.486.300	216.408.030
2017	128.337.252	23.343.990	4.679.373	156.360.615
2018	137.184.263	24.030.628	2.578.876	163.793.767
	455.475.424	71.342.439	9.744.549	536.562.412
				
MOVIMIENTO DE PASAJEROS INTERNACIONALES				
AÑO	TERRESTRE	AÉREO	MARITIMO	TOTAL
2016	0	11.762.982	363.122	12.126.104
2017	0	12.276.723	407.622	12.684.345
2018	0	13.638.515	491.858	14.130.373
		37.678.220	1.262.602	38.940.822

**Nota.** Datos estadísticos Ministerio de transporte año 2019.

Respecto al flujo de pasajeros que se movieron nacional e internacionalmente según las estadísticas del ministerio de transporte un 19% lo hizo de forma aérea para los años 2016, 2017 y 2018 (figura 2). Y según el reporte de la Aeronáutica Civil, en el periodo comprendido entre enero a diciembre de 2019, El Aeropuerto El Dorado presentó un flujo de 37.807.270 pasajeros tanto de vuelos nacionales e internacionales; comparando esta cifra con los datos entregados en el mismo periodo para el año 2018 (35.620.713 tráfico de pasajeros) se logra evidenciar un aumento del 6,14 %. En cuanto al transporte de carga, tanto nacional como internacional, la tendencia también muestra un crecimiento del 1,66%.

Como parte de las obligaciones cedidas mediante contrato de Concesión 600069OK por parte de la Aeronáutica Civil al Operador Aeroportuario OPAIN S.A., para la administración, operación, explotación comercial, mantenimiento, y modernización y expansión del Aeropuerto Internacional el Dorado de la ciudad de Bogotá, se encuentra el reporte de las irregularidades aeroportuarias contempladas en el régimen sancionatorio de los Reglamentos Aeronáuticos de Colombia parte trece – RAC 13, a las cuales se les lleva estadísticas que posteriormente son presentadas a la junta directiva de OPAIN S.A

Las cifras reportadas por el concepto de “Irregularidades” según Tabla 1 ascienden a 63 reportes (OPAIN 2020), es decir, 5 irregularidades por mes. Se encuentran tipificadas

las irregularidades que se han venido presentado segmentadas en tres grupos así; **contaminación** con el 39.68% **derrame** en un 3.17% y **mal manejo de residuos** con 57% de las irregularidades.

**Tabla 1**  
**Listado de irregularidades en plataforma**

ÁREA AFECTADA	PLATAFORMA	
IRREGULARIDAD	CANTIDAD	% IRREGULARIDAD
<b>CONTAMINACIÓN</b>	<b>25</b>	<b>39,68%</b>
ACEITE HIDRAULICO	11	17,46%
ACPM	7	11,11%
FLUIDO HIDRÁULICO	1	1,59%
GASOLINA	1	1,59%
JET A1	5	7,94%
<b>DERRAME</b>	<b>2</b>	<b>3,17%</b>
JET A1	2	3,17%
<b>MAL MANEJO DE RESIDUOS</b>	<b>36</b>	<b>57,14%</b>
COBIJAS Y PLASTICOS	11	17,46%
ESTIBAS Y PLASTICOS	7	11,11%
LATAS DE ACEITE	1	1,59%
LIXIVIADOS	1	1,59%
PLASTICOS	6	9,52%
PRECINTOS	1	1,59%
RESIDUOS DE VUELO	7	11,11%
RESPEL	1	1,59%
REVISTAS	1	1,59%
<b>TOTAL</b>	<b>63</b>	<b>100,00%</b>

**Nota:** Datos estadísticos OPAIN 2020

Entendiendo que, la gestión de residuos se define generalmente como todas las actividades a llevar los residuos generados en un área determinada al destino más adecuado desde el punto de vista económico y ambiental, por características, volumen, fuente, precio, capacidad de comercialización, costos de manejo y requisitos normativo. Dentro de las afectaciones de connotación ambiental con un 57,14% denominado **mal manejo de residuos**, se refieren a mala gestión de residuos sólidos en las plataformas del Aeropuerto El Dorado, residuos provenientes de vuelos nacionales e internacionales, elementos propios de la operación logística, contaminación al suelo y a efluentes de aguas lluvias por derrames de combustibles, aceites hidráulicos y materiales peligrosos que se manejan dentro de las plataformas (OPAIN, 2020. p.45).

Analizadas las cifras reportadas y dentro del eje central del problema una vez estudiados y listados los principales efectos y causas se concluye que la **“Falta de gestión integral de residuos sólidos generados en plataforma, por parte de tenedores de espacio, aerolíneas, comodatos, y empresas de asistencia en tierra”** (ver figura 3).

Se considera la actual situación más crítica en el desempeño ambiental de las operaciones en plataforma del Aeropuerto Internacional El Dorado de Bogotá y es que desde el análisis de los autores se define que un residuo es aquello que carece de valor de uso, y, por tanto, de valor de cambio. Más aun, como los residuos resultan molestos y se está dispuesto a pagar para que sean liberados físicamente, inclusive se puede concluir que tienen un valor negativo en toda operación (André, 2006, p. 105; Cerdá 2006 p. 105).

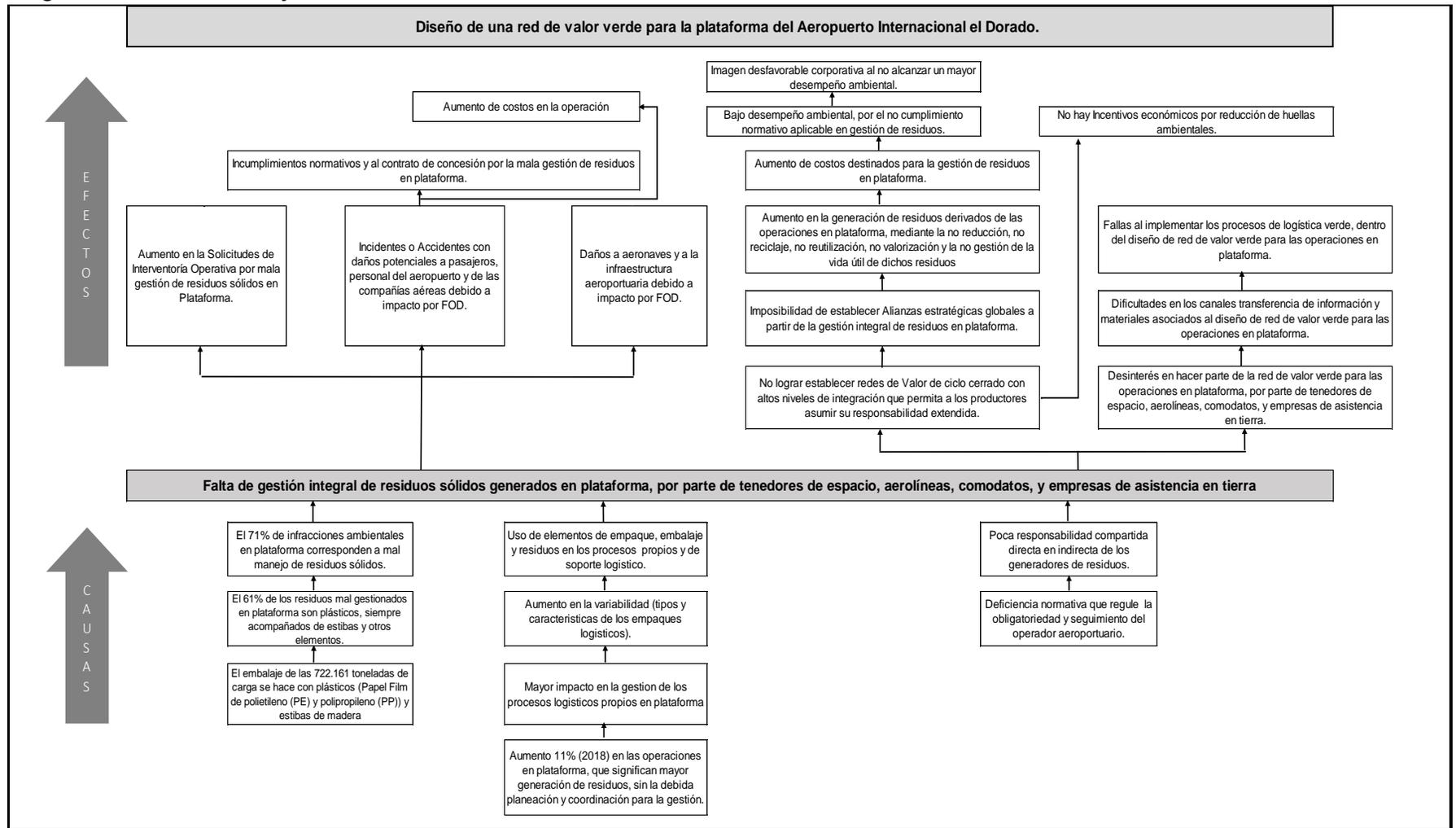
**¿Qué causas están llevando a la generación del problema?** Dentro de las causas primarias que se identifican que están generando del problema tenemos:

Gestión en manejo de los elementos que hacen parte a la operación logística y entre ellos se considera: **a.) Embalaje de las 722.161 toneladas de carga (ODINSA, 2019 p. 35) que se hace principalmente con plástico (Papel Film de polietileno (PE) y polipropileno (PP)) y estibas de madera. b.) El 61% de los residuos mal gestionados en plataforma son plásticos, siempre acompañados de estibas y otros elementos. c.) El 71% de infracciones ambientales en plataforma corresponden a mal manejo de residuos sólidos (ODINSA, 2019 p. 33).** Es importante mencionar que el movimiento de estibas y plástico como medio de embalaje ha ido elevando su participación en el comercio internacional y nacional en los últimos años, debido al incremento de consumismo y obsolescencia programada con la que las industrias producen hoy en día. Las estibas y el polipropileno hacen parte del embalaje de los miles de productos que consumimos y pueden estar fabricadas a partir de madera y más del 80% de todo el comercio mundial se realiza actualmente utilizando este tipo de empaque y embalaje. El número de estibas utilizadas en todo el mundo aumenta constantemente. En 2018, las ventas de estibas alcanzaron casi 10,1 mil millones de unidades, en comparación con menos de 3,7 hace solo 15 años; El crecimiento anual estimado después de 2016 es del 4,6%. Siendo el tipo de pallet más utilizado es el de madera de cuatro vías que representa el 86% de toda la producción de pallet en todo el mundo. (Vanderbilt, 2018, p.125)

El Aeropuerto Internacional El Dorado cuenta con 127 posiciones de parqueo disponibles para aviación civil y 32 posiciones para transporte aéreo de carga, configuradas para la operación de 34 tipos de aeronaves (OPAIN, 2019, p.43); la atención de las aeronaves se lleva a cabo por 127 empresas de manera fraccionada y cada servicio asociado (abastecimiento de combustible, cargue y descargue, suministro de agua potable, alimentos y servicios generales ofrecidos por las aerolíneas a sus clientes, entre

otros lo atiende una empresa diferente, todo lo anterior nos lleva a relacionar causas que implican al problema así : ***d.) Un aumento del 11% (2018) en las operaciones en plataforma, que significan mayor generación de residuos, sin la debida planeación y coordinación para la gestión, e.) Mayor impacto en la gestión de los procesos logísticos y aumento en el tipo y características de los empaques logísticos y finalmente en el uso y aplicación de estos elementos en la operación directa en indirecta.***

**Figura 3**  
**Diagrama de árbol causas y efectos**



**Nota.** Determinación de las causas y efectos para la operación de plataforma

En ese sentido el 39,68% de la **contaminación**, corresponde a las operaciones de aeronaves, los vehículos de servicio en tierra, los sistemas de manejo y almacenamiento de combustible, las pruebas de motores, las áreas de mantenimiento de motores y aeronaves, el aire acondicionado y las áreas de paso de vehículos dentro y fuera del aeropuerto, son las principales fuentes de contaminación del aire en el aeropuerto y sus niveles son proporcionales a la demanda de pasajeros y carga, así como a la tecnología de aviación disponible. Y es acá donde existen las falencias debido a: **f.) deficiencia normativa que regule la obligatoriedad y seguimiento del operador aeroportuario.** Y **g.) Poca responsabilidad compartida directa e indirecta de los generadores de residuos** como actuantes de la cadena logística directa e inversa.

Ante las causas primarias mencionadas anteriormente tenemos sus efectos directos en lo **económico**: **a.) Aumentos de costos en la operación que pueden ser derivados de: - incidentes o accidentes con daños potenciales a pasajeros, personal del aeropuerto y de las compañías aéreas – b) Daños a aeronaves y a la infraestructura aeroportuaria;** está representado por todos los costos por reembolsos, multas, sanciones, afectaciones, sí o no contemplados que se tendrán que asumir para seguir la operación adelante, en lo **legal**: **a.) Incumplimientos normativos al contrato de concesión por la mala gestión de los residuos en plataforma** que puede repercutir en cancelación parcial y/o definitiva del contrato por las afectaciones públicas y privadas, y en lo **administrativo**: **Aumento en las solicitudes de Interventoría operativa por mala gestión de residuos sólidos en plataforma,** obligando a disponer de personal calificado para atender las actividades que requieren de atención inmediata e inclusive en actividades no programadas.

**¿Qué otras implicaciones pueden conllevar el no tener una red de valor verde?**

Los efectos de carácter cuantitativo y cualitativo que pueden ser afecciones propias cuando las organizaciones presentan fallas en su operación logística y de gestión, se caracterizan por; **a.) No lograr establecer redes de Valor de ciclo cerrado con altos niveles de integración que permita a los productores asumir su responsabilidad extendida. b.) Imposibilidad de establecer alianzas estratégicas globales a partir de la gestión integral de residuos en plataforma.** Bajo este

lineamiento las redes de valor no integradas no logran sumar valor dentro del ciclo de operaciones y deberán ser analizadas y hacersele seguimiento a su estructura de forma independiente, al igual también las obligaciones difícilmente no podrán ser extendidas (Vanderbilt, 2018. p. 20) **c.) Aumento en la generación de residuos derivados de las operaciones en plataforma, mediante la no reducción, no reciclaje, no reutilización, no valorización y la no gestión de la vida útil de dichos residuos d.) Aumento de costos destinados para la gestión de residuos en plataforma.** Como se expuso anteriormente los costos dentro de una operación logística son contemplados en un inicio de la cadena, sin embargo, las externalidades de las operaciones no son contempladas y se hace complejo asignar una cuantía para su cubrimiento, y es ahí donde las compañías buscan resolver mediante terceros.

Desde la perspectiva social y ambiental la afectación por la no aplicación de la red de valor verde en las operaciones en plataforma considera: **e.) Bajo desempeño ambiental, por el no cumplimiento normativo aplicable en gestión de residuos. f.) Imagen desfavorable corporativa al no alcanzar un mayor desempeño ambiental. g.) Desinterés en hacer parte de la red de valor verde para las operaciones en plataforma, por parte de tenedores de espacio, aerolíneas, comodatos, y empresas de asistencia en tierra.** Hoy en día la tendencia mundial va más allá de lo que perciben los usuarios y clientes, Esto obedece a la imagen verde con que las compañías se comprometen con el medio ambiente; generando y promoviendo cambios en los ecosistemas, las compañías deben comprender lo que están en capacidad de perder si no buscan una alianza estratégica pensada en lo verde. (André, 2006. p.45; Cerdá, 2006. P. 45). **h.) Dificultades en los canales de transferencia de información y materiales asociados al diseño de red de valor verde para las operaciones en plataforma. i.) Fallas al implementar los procesos de logística verde, dentro del diseño de red de valor verde para las operaciones en plataforma.** En la forma en que exista la sincronización absoluta de quienes hacen parte de la cadena logística verde se lograra el resultado esperado al final del ciclo, de lo contrario sucederá como ha sido con algunas compañías que fracasaron en su intento de implementación. Y finalmente **j.) Si no hay Incentivos económicos por reducción de huellas ambientales,** se perderá la posibilidad de lograr una certificación medioambiental que ayude a soportar los beneficios

(tributarios y apoyo), que otorgan los gobiernos a las compañías que demuestren que han reducido su impacto ambiental.

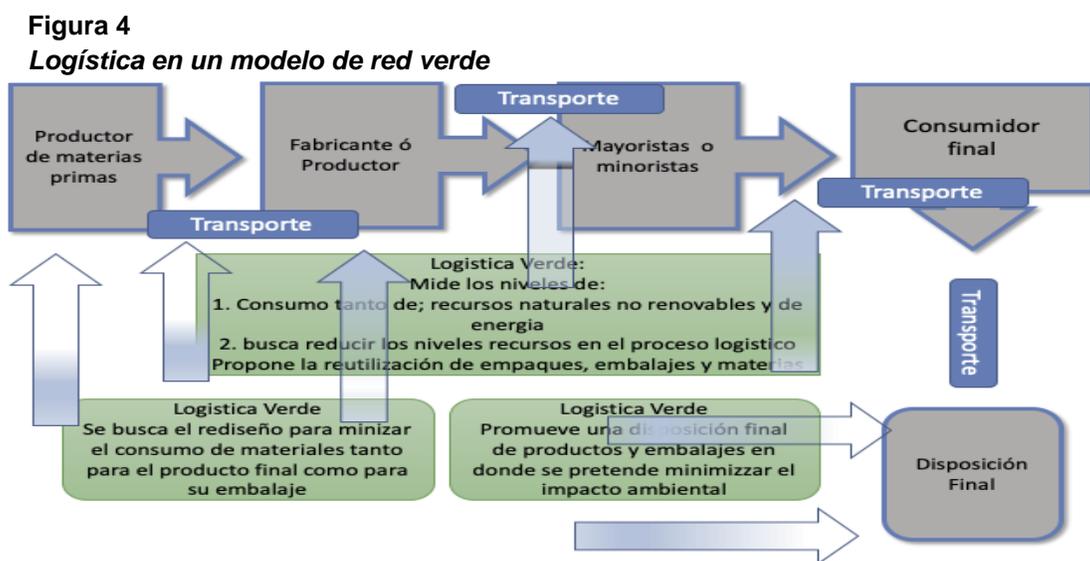
## **1.2 Pregunta(s) de investigación**

¿Cómo puede el Diseño red de valor verde contribuir a las operaciones en plataforma, con la falta de gestión integral de residuos sólidos generados en la misma, por parte de tenedores de espacio, aerolíneas, comodatos, y empresas de asistencia en tierra, de los impactos ambientales en el aeropuerto el Dorado?

## 2. JUSTIFICACIÓN

Una red verde tiene en cuenta los aspectos medioambientales de todas las operaciones logísticas tradicionales, desde el productor hasta el consumidor. En otra definición se puede indicar que la logística verde persigue los siguientes objetivos: reutilizar contenedores, reciclar materiales de empaque, reestructurar y rediseñar el mismo empaque, usar menos materiales, reducir energía y encontrar formas de reducir la contaminación asociada con la logística de entrega del producto. (Soto,2005. p.63)

El camino que lleva a una implementación efectiva de un sistema verde está en el manejo logístico que se obtiene a través de un balance entre la eficiencia de tipo económico y ecológico, y la creación de un valor lo más sostenible posible para los grupos de interés, mediante la observación y evaluación de resultados, en el mediano y largo plazo. En la mayor parte de los casos dado que las empresas necesitan involucrar a todas las áreas de suministro, hay procesos que necesitan diseñarse y estructurarse, y la colaboración de proveedores, fabricantes y consumidores es fundamental. Uno de los retos de la logística verde es la importancia de conocer cada etapa del proceso logístico y sacarle su máximo provecho.



**Nota:** Proceso logístico circular

Desde el punto de vista y de alcance de una red de valor verde (Ver Figura 4) se busca:

- Reducir: Ser más eficientes a través de las sinergias logradas entre los que intervienen en la cadena
- Reusar: Hallar usos adicionales en el ciclo de vida de los materiales y productos que los utilizan.
- Reciclar: Al final del uso, recopilar tantos recursos como sea posible y regresar al punto de partida.

La creciente preocupación por garantizar una gestión sostenible dentro de las organizaciones debido al aumento negativo del impacto ambiental que se está generando, este es un tema que preocupa a la industria colombiana. (Ocampo, 2017, p.18). Tres factores posibilitan el desarrollo equilibrado de las empresas: económico, social y medioambiental. Las empresas colombianas tienen un gran desafío en interactuar con el medio ambiente de tal manera que no solo sea social y ambiental, sino también económicamente beneficioso.

La adopción de estos elementos debe verse reflejada en la implementación de una **logística verde** basada en el desarrollo de proveedores, el uso de buenas prácticas de producción más limpia y el uso de estrategias de disposición masiva los productos han completado su ciclo de vida y se contaminan. En este contexto, para los actores de la cadena de valor, la realización de la RSO (responsabilidad social Organizacional) por parte de las organizaciones responde a su visión global de la sociedad para dar cabida a un proceso de comprensión de que la productividad, la competitividad y el crecimiento económico están íntimamente ligados a la calidad de vida de la sociedad.

***El diseño de una red de valor verde para las operaciones en plataforma, del aeropuerto el Dorado***, se hace necesaria y pertinente porque acorde a lo expuesto en el diagrama de árbol problema y en que se muestra que la ***“Falta de gestión integral de residuos sólidos generados en plataforma, por parte de tenedores de espacio, aerolíneas, comodatos, y empresas de asistencia en tierra”***( Sánchez, 2012, p.32) contribuye a la contaminación ambiental principalmente con: ***a.) Embalaje de las 722.161 toneladas de carga*** (ODINSA, 2019, p. 45) ***que se hace principalmente con plástico***

**(Papel Film de polietileno (PE) y polipropileno (PP)) y estibas de madera. b.) El 61% de los residuos mal gestionados en plataforma son plásticos, siempre acompañados de estibas y otros elementos. c.) El 71% de infracciones ambientales en plataforma corresponden a mal manejo de residuos sólidos (ODINSA, 2019, p.28).**

**¿Qué hay que hacer para contribuir a la mitigación del impacto negativo a la operación en plataforma?** Se debe tener en cuenta los siguientes aspectos: Transporte verde, Almacenamiento verde, Carga y descarga verde, Distribución verde, Empaquetamiento verde y en adición a las actividades anteriormente mencionadas **la recolección y dirección de información verde y el reciclaje de desechos** (ver figura 7), donde todo tipo producto y material de embalaje tiene una actividad de aprovechamiento permitiendo aumentar los niveles de eficiencia en la sostenibilidad de los recursos físicos, puesto que: desde lo i) **económico**, El proyecto de un diseño de una red de valor verde contribuirá a reducir los costos requeridos por los procesos de operación y servicio, lo que significa que todas las actividades enfatizadas a los productos como lo son; reventa, remanufactura, retorno al proveedor, y por otro lado las actividades enfocadas al embalaje como; recuperación de materiales, reciclaje, reparación y otras, hacen una dinámica adicional, que si son bien administrados al cerrar el ciclo, buscan recuperar los beneficios creados en cualquier red de valor, promoviendo de esta forma la economía circular. (Ver tabla 2) Además de brindar excelentes oportunidades comerciales para adicionar proveedores externos no existentes que pueden realizar actividades generando valor, alivia las preocupaciones sobre la accesibilidad de recursos y suministros debido a que crea una integración entre los proveedores del ciclo; se obtienen beneficios propios de la economía circular, que se mencionan a continuación:

a. Lograr establecer redes de Valor de ciclo cerrado con altos niveles de integración que permita a los productores asumir su responsabilidad extendida (León, 2016, p. 43). b. Disminución en la generación de residuos derivados de las operaciones en plataforma, mediante la reducción, reciclaje, reutilización, valorización y gestión de la vida útil de dichos residuos (Salazar, 2014, p.85). c. Incentivos económicos por reducción de huellas ambientales (Salazar, 2014, p.86). d. Establecer Alianzas estratégicas globales a partir

de la gestión integral de residuos en plataforma (Salazar, 2014, p.86). e. Reducción de costos destinados para la gestión de residuos en plataforma (Salazar, 2014, p.88).

**Tabla 2**  
**Aprovechamiento de los materiales**

Material	Actividad
Productos	Retorno al proveedor
	Re-venta
	Recuperación
	Re-acondicionamiento
	Reparación
	Re-manufactura
	Recuperación de materiales
	Reciclar
	Disposición final
Embalajes	Re-utilización
	Reparación
	Recuperación de materiales
	Reciclar
	Recuperación

**Nota:** Listado de materiales y su forma de recuperación

En cuanto al factor ii) **ambiental**, El proyecto hará una contribución positiva de dos maneras: por un lado, minimizando la cantidad de materiales de desecho y el impacto en el entorno ecológico; por el otro lado, al reducir las externalidades negativas generadas por los procesos de la organización manufacturera y de servicios, redundando en una mejor calidad del desempeño ambiental., mediante el cumplimiento normativo aplicable en gestión de residuos; atribuyendo una mejora en la imagen corporativa al alcanzar un mayor desempeño (Salazar, 2014, p.90).

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo general**

Diseñar red de valor verde para las operaciones en plataforma del Aeropuerto Internacional el Dorado Luis Carlos Sarmiento

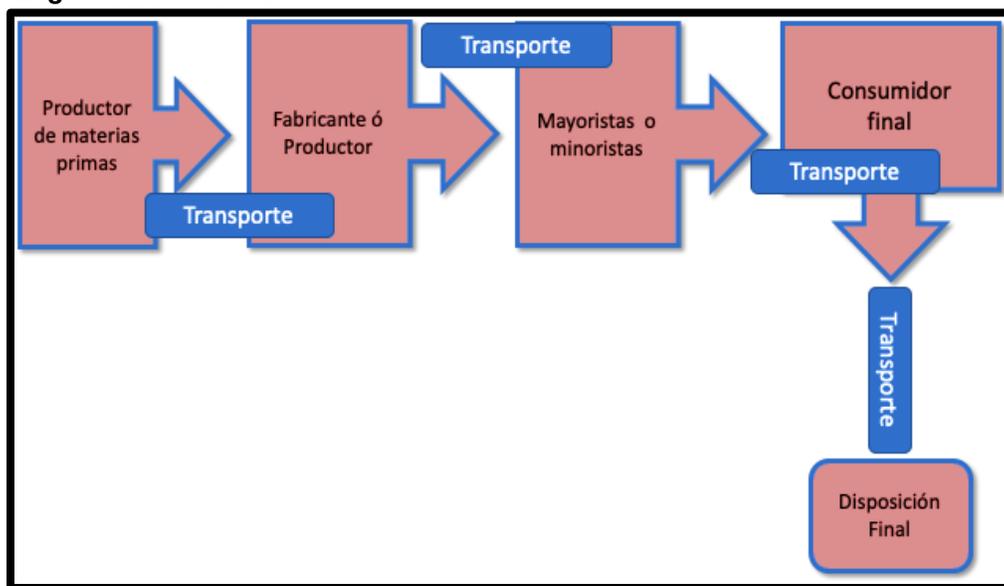
#### **3.2 Objetivos específicos**

- Caracterizar la operación de la plataforma del Aeropuerto
- Diagnosticar el manejo de los residuos generados en la plataforma y su impacto ambiental
- Estructurar las redes de valor de reuso, remanufactura, reciclaje y disposición aplicables a los residuos generados en la plataforma del Aeropuerto Internacional el Dorado.
- Trazar los procesos y los actuantes de la red de valor verde para la plataforma del Aeropuerto Internacional el Dorado

#### 4. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

Las organizaciones productoras de bienes y servicios a nivel internacional e inclusive a nivel local se están caracterizando porque sus diseños de procesos y productos, no incluyen la recuperación de valor de sus materiales al final del ciclo de vida, se puede suponer que la situación ideal para cualquier tipo de negocio es vender todo lo que fabrica y esos productos y sus empaques nunca son devueltos; Además, no se considera residuo, lo que es prácticamente imposible ya que la mayoría de las industrias se han ocupado, en mayor o menor medida, de devoluciones de productos y/o de sus embalajes y las del producto o componentes al final de su vida útil se convierten en desperdicio. Para estas compañías la mayor parte de sus procesos en la red de valor obedecen a la logística tradicional según se observa en la **figura 5**. Generalmente no contemplan el proceso de devoluciones en los eslabones de la red de valor (Villamizar, - Olarte et al., 2011) y adicionalmente, el costo que implica hacer el debido proceso está generando una disminución en la reconversión tecnológica de los procesos que son productivos de estas organizaciones (Caro, 2015, p.85)

**Figura 5**  
**Logística tradicional**



**Nota:** Flujo logístico de proveedores en la cadena de fabricación

Existen diversos elementos en los que predomina la baja cultura del reciclaje por parte de la ciudadanía, que en parte contribuyendo al continuo aumento de las externalidades negativas derivadas de los procesos industriales descontrolados (residuos y retorno de materiales), una situación que impide la eficiencia de los procesos naturales, ambientales, sociales, económicos y culturales puede hacer más dinámica y eficiente la transformación urbana de la ciudad.

Con el propósito de dar alcance a la caracterización de la investigación, es importante fundamentar las diferentes teorías relacionadas a la gestión de cadena de valor, los procesos de logística de inversa y la segregación de los conceptos derivados de las operaciones los cuales permitan comprender:

- Gestión de cadena de suministro
- Ciclo cerrado
- Red de valor verde
- Logística inversa
- Economía circular y ecología industrial
- Dimensiones de las redes de logística inversa

A continuación, una sucinta descripción de sus orígenes y evolución.

#### **4.1 Gestión de cadena de suministro**

El término “Gestión de la cadena de suministros” fue utilizado por primera vez por Keith Oliver, quien realizaba un estudio para la empresa Philips sobre fabricación, comercialización, distribución, ventas y finanzas. Oliver definió en 1982 el concepto de la cadena de suministro de la siguiente manera: “La gestión de la cadena de suministro (SCM) es el proceso de planificación, implementación y control de las operaciones de la cadena de suministro con el propósito de satisfacer los requisitos del cliente de la manera más eficiente posible. La gestión de la cadena de suministro abarca todo movimiento y almacenaje de las materias primas, inventario de trabajo en proceso y productos terminados desde el punto de origen hasta el punto de consumo”. (Caballero, 2017 p.93)

Académicos definen: La cadena de suministro está formada por todas las partes involucradas directa o indirectamente en la satisfacción de las necesidades del cliente. La cadena de suministro incluye no solo a los fabricantes y proveedores, sino también a los transportistas, vendedores, minoristas (o minoristas) e incluso a los propios clientes. En toda organización, como un fabricante, incluye todas las funciones involucradas en la recepción de pedidos de los clientes y el cumplimiento de sus pedidos. Estas funciones incluyen, entre otras, desarrollo de nuevos productos, marketing, operaciones, distribución, finanzas y servicio al cliente. (Chopra y Meindl, 2008 p. 23).

#### **4.1.2 Ciclo cerrado**

Los orígenes del concepto de ciclo cerrado (PCC) tuvieron inicio en los campos de la matemática y la geometría, y se remontan al siglo XVIII. Fue el suizo Leonhard Euler quien, en 1735, propuso un círculo o "línea cerrada", pasando por cada arista de un polígono dado, exactamente una vez, para dar respuesta al problema del puente Königsberg, también creando con ello la teoría de los grafos. Recientemente, la teoría de sistemas, propuesta por Bertalanvi, ha propuesto dos tipos de sistemas: abiertos y cerrados. La termodinámica aplicada específicamente para los sistemas cerrados (Von Bertalanffy, 1993, p.37).

Este concepto, el de ciclo cerrado (*closed loop* en inglés), se aplica actualmente a incontables campos disciplinares, como la robótica, la informática y la inteligencia artificial (Kiritsis, 2011); la medicina (Le Guen, Liu, Chazot y Fischler, 2016 p.350); el confort térmico y la ventilación mecánica (Lellouche y Brochard, 2009), el control termodinámico (Tashtoush, Molhim y Al-Rousan, 2005 p.269).

De acuerdo con Guide y Van Wassenhove (2009), a mediados de la década de 1990 se establecieron los fundamentos del concepto de ciclo cerrado, el cual incluye una variedad de actividades de recuperación, como la adquisición de productos usados, la logística inversa, la remanufactura, la reparación y el re-marketing, entre muchas otras. Estos autores proponen cinco fases en la evolución del concepto y su aplicación: i) *La era dorada de la remanufactura*, que tuvo su auge en los primeros años de la década del

1990; ii) *De la remanufactura a la evaluación logística inversa* se ha vuelto importante en los primeros años del siglo actual y contribuyó muy importante a resolver una serie de problemas económicos y ambientales; iii) Coordinación de la cadena de suministro inversa, esto puede comprender mejor el diseño de los canales crecientes y crecientes, lo que permite una mejor decisión en la línea de producción "inversa" y creando condiciones para la nueva interacción y los productos re -Re -Production - producido y reducción de la alta tasa de recuperación del cliente; iv) Cerrar el curso, la oferta de diseño integrado es importante en el mercado, pero requiere el reconocimiento de la participación de una gran cantidad de jugadores independientes para lograr capacidades económicas para el sistema; y v) el precio y el mercado, y el período actual está vinculado al concepto de muchas industrias, porque si el precio y el mercado no entienden completamente, pueden convertirse en barreras o límites, independientemente del método de operar el sistema muy bien diseñado. Esta etapa apenas comienza y su punta de lanza es el mercado verde.

#### **4.1.3 Red de valor verde**

De acuerdo con CSCMP, Gibson, Hanna, Deffe y Chen (2014), la red de valor tuvo sus orígenes en las áreas de distribución y comercialización, para luego incluir otros eslabones de la cadena productiva. Desde un punto de vista organizacional, las redes de valor nacen de la integración de muchos tipos de actividades relacionadas, pero inicialmente fragmentadas.

En cuanto a definiciones, para (Christopher, 1992, p. 58) una red de organizaciones que participan, a través de enlaces ascendentes y descendentes, en diversos procesos y actividades que crean valor en forma de productos y servicios ofrecidos al consumidor final en conjunto. Por su parte, el Council of Supply Chain Management Professionals (2010) entiende el concepto como el intercambio de materiales e información en el proceso logístico, desde la adquisición de materias primas hasta la entrega del producto terminado al cliente. Los proveedores, los prestadores de servicios y los clientes son eslabones en la red de valor. Por otro lado, (Coyle, 2013, Langley, 2013 y Gibson 2013, p.52) definen una red de valor como una cadena

integrada de negocios que debe compartir información y coordinar el desempeño físico para asegurar el flujo eficiente de bienes, servicios, productos, información y dinero.

La logística verde se basa en la mejora del uso de aquellos materiales logísticos, buscando siempre impulsar todo un desarrollo de la economía concentrada en las materias primas, almacenaje, procesos y transporte favorables con el medio ambiente que mediante estrategias de clientes, las empresas y los estados, forman iniciativas para su implementación y un desarrollo sostenible. Los conceptos de economía, logística, compra y venta de productos se discuten muy frecuentemente con los problemas existentes en la logística verde; basándose en el análisis de los procesos de negocios que tienen hoy en día y las funciones de logística verde que se tienen en el comercio.

Esencialmente, una estrategia logística específica es la economía de suministros para almacenar materias primas; Al no implementar esta estrategia, se crea un obstáculo para el crecimiento empresarial. La logística verde implica **aprovechar al máximo los materiales utilizados para almacenar y reutilizar los residuos obtenidos en cada proceso.**

Actualmente la Logística está contribuyendo a la contaminación ambiental principalmente con: Transporte, Distribución, Almacenamiento, Manipulación, Empaque y sus procesos y para ayudar a reducir el impacto negativo en el medio ambiente se debe tomar en cuenta los siguientes aspectos: Transporte Verde, Almacenamiento Verde, Carga y Descarga Verde, Distribución Verde, Embalaje Verde, Recolección y Gestión de Información Verde, Reciclaje de Residuos.

Otros autores, como (Stock y Boyer 2009, p.53) conectar múltiples miembros y canales al valioso concepto de red. Destacan los flujos de recursos, tanto aguas arriba como aguas abajo, y afirman que a través de la operación y la dinámica del sistema, incluidos todos los actores de la red, se satisfacen las demandas de bienes de los clientes. Finalmente, cabe señalar que no hay dos redes iguales en valor, y su diferencia depende de factores como su estructura, la industria y sector al que pertenecen, y el ámbito geográfico de sus actividades. Dinámica, diversidad de productos, métodos de implementación y requisitos para modelos.

Las cadenas de suministro ahora se desarrollan en diferentes países, y la huella ambiental que los proveedores dejan en el planeta en su afán por servir a sus clientes es cada vez más importante. La ecologización de la cadena de suministro incluye el pensamiento ambiental, incluido el diseño del producto, la selección de materiales, el abastecimiento, los procesos de fabricación y la entrega del producto final a los consumidores, así como la gestión del tiempo utilizado. También incluye la incorporación del reciclaje y la reutilización en el proceso de fabricación, reduciendo así el impacto ambiental de principio a fin, así como desde el principio hasta el final del ciclo de vida del producto. (Tgarcmar, 2020, p.57)

#### **4.2 Economía circular y ecología industrial**

En 1970 Kneese, Ayres y D'Arge publicaron el libro *Economics and the Environment: A Materials Balance Approach*, en el que se subraya los efectos negativos de las externalidades industriales sobre los ecosistemas y la biodiversidad, haciendo énfasis en que, para el hombre primitivo, el mundo y sus recursos eran ilimitados, pero para las civilizaciones del siglo XX, habían dejado de serlo. Plantearon entonces el concepto de 'equilibrio material', que, si bien se fundamenta en los flujos de materiales, su gestión y encauzamiento deben obedecer a sus correspondientes valores económicos. Dos décadas después economista británico David Pearce introdujo el concepto de economía sostenible, verde o ecológica, desafiando las teorías económicas neoclásicas, que se distinguen por su fuerte enfoque antropológico. Desde un punto de vista ambiental. Pearce identifica cuatro funciones básicas proporcionadas por el medio ambiente: i) valor de confort; ii) recursos naturales; iii) un vertedero o balsa; y iv) apoyar todas las formas de vida. Pearce publicó una serie de trabajos, en colaboración con otros investigadores, para sentar las bases de la economía circular, vinculando 12 variables:

producción, consumo, medios de producción, conveniencia, utilidades, recursos naturales, reciclaje, residuos, recursos agotados, recursos reciclables, capacidad absorción. (Andersen, 2007; Pearce, Markandya y Barbie, 1989; Pearce y Turner, 1990 p.85).

Debido al deterioro del medio ambiente global y al cada vez más escaso y costoso acceso a los recursos naturales, el sector de la economía circular ha crecido significativamente.

Preston (2012) Definen claramente su alcance principal: i) permitir la transformación de la función de los recursos en la economía; ii) Los subproductos industriales se convierten en insumos para otras industrias; iii) Al final de su vida útil, el producto puede repararse, reutilizarse o mejorarse en lugar de desecharse; iv) En un mundo caracterizado por precios de recursos altos y volátiles, ofrece enormes oportunidades de empleo; v) Si se acelera la implementación de políticas públicas, se puede contribuir a mitigar el cambio climático, la escasez de agua y otros desafíos globales; y vi) puede ayudar a aliviar las preocupaciones sobre el acceso a recursos e insumos. Por su parte, Ghisellini, Cialani y Ulgiati (2015) señalan que la transición hacia una economía circular acaba de comenzar y que su marco multidisciplinario ofrece buenas perspectivas para mejorar los modelos de producción y consumo existentes, debido a los impactos ambientales y la desigualdad social que fue creado, y que ahora se considera obsoleto.

Para Genovese, Acquaye, Figueroa y Koh (2017) “la economía circular no se refiere solo a la reducción del uso del medio ambiente como un sumidero de residuos, sino más bien a la creación de sistemas de producción autónomos en los que los materiales se utilizan una y otra vez” (p. 344). Además, afirman que “la integración de los principios de la economía circular en la gestión sostenible de la cadena de suministro puede proporcionar claras ventajas desde una perspectiva ambiental” (p. 344). Estos autores, al igual que otros muchos, subrayan la estrecha relación entre economía circular y ecología industrial.

Por su parte, Murray, Skene y Haynes (2017), consideran que el concepto de economía circular descuida la dimensión social -al menos en China, donde ha sido adoptado en sus más recientes planes quinquenales-, y en consecuencia, la redefinen así: “es un modelo económico en el que la planificación, los recursos, la adquisición, la producción y el reprocesamiento son diseñados y administrados, tanto en proceso como en producción, para maximizar el funcionamiento del ecosistema y el bienestar humano”.

Aunque los principios de la economía circular empiezan a formar parte de políticas públicas en diversas regiones y países -puesto que, gracias a ella, por ejemplo, no se necesitan los rellenos sanitarios-, la 'economía lineal', no deja de hacerle resistencia. Quienes observan la economía circular con visión crítica, señalan que, para que pueda instalarse en el mundo real, deben realizarse transformaciones radicales de orden económico, industrial, comercial y de consumo, y los intereses tanto particulares como regionales, nacionales o locales, no permiten cambiar de forma tan abrupta su modelo económico 'lineal', aun cuando sea, altamente contaminante e inequitativo a nivel social (Gregson, Crang, Fuller y Holmes, 2015. p. 27).

#### **4.2.1 Ecología industrial**

De acuerdo con Watanabe (1994), el término "ecología industrial" fue inventado en 1971 por el Grupo de Investigación MITI (Ministerio de Internacional e Industrial) en Japón, y desde entonces la política industrial del país, que se tuvo en cuenta. Los siguientes decretos: i) reconoce los límites de [el sistema del mundo], porque al final, se limita a un área prohibida: el planeta tierra; ii) identificar las relaciones internas del sistema, porque cada sustancia orgánica e inorgánica contribuye a la estabilidad de los ciclos naturales del planeta, a través de relaciones complejas; iii) conocer el exterior del sistema, porque juegan un papel muy importante en el mantenimiento del equilibrio / desequilibrio del sistema; iv) aprender sobre las causas y la efectividad del sistema, especialmente las relaciones que se identificaron entre las actividades humanas y el medio ambiente, para mantener el equilibrio; y v) aprenda sobre las necesidades de auto-cooperación, para buscar el equilibrio ideal entre las actividades humanas y limitar la operación del sistema.

Cabe subrayar que el concepto de ecología industrial se deriva de dos disciplinas: la ecología y la teoría de sistemas. Bajo los postulados de esas dos disciplinas la ecología industrial busca estudiar el desarrollo y el comportamiento de los sistemas industriales, desde el enfoque de los patrones de evolución de los sistemas naturales, lo que incluye: ciclo cerrado de materiales, principios evolutivos, resiliencia de los sistemas y retroalimentación dinámica (Connelly y Koshland, 1996. p.73).

Son muchos los autores que han realizado aportes al concepto de ecología industrial. En sus inicios cabe destacar a Allenby, 1992; Allenby y Graedel, 1995; Frosch, 1992; Lowe, 1993; Socolow, 1994; y de manera reciente Meerow y Newell, 2015; Landecker, 2013; Davoudi y Sturzaker, 2017; Singh y Kennedy, 2017; entre otros muchos). No obstante, los objetivos que estableció John Ehrenfeld en 1994, para la ecología industrial, continúan vigentes: (1) mejorar las vías metabólicas para los procesos industriales y el uso de los materiales; (2) crear ecosistemas industriales de ciclo cerrado; (3) desmaterializar la producción industrial; (4) sistematizar los patrones de uso de energía; 5) equilibrar los insumos y los productos industriales con la capacidad de los ecosistemas naturales; (6) alinear la política para ajustarse a la evolución del sistema industrial a largo plazo; y, (7) crear nuevas estructuras para acciones coordinadas, con vínculos comunicativos y de información.

#### **4.3 Logística inversa**

Una de las primeras descripciones de logística inversa la realizaron (Lambert y Stock, 1981, p.56) “Ir en la dirección equivocada en una calle de sentido único, porque la gran mayoría de envíos de productos fluyen en una dirección”. Esta descripción se asemeja a la planteada por Murphy y Poist en 1989: “movimiento de bienes desde el consumidor hacia el productor, en un canal de distribución” (Rogers y Tibben-Lembke, 2001, p. 129).

En 1998 se acuñaron tres definiciones de logística inversa: i) ‘es el desempeño de la logística en el retorno de los productos, la disminución en la fuente, el reciclaje, la sustitución y la reutilización de materiales, la eliminación y renovación de desechos, la reparación y la remanufactura’ (Stock, 1998, p.36); ii) ‘es el proceso por el cual las compañías buscan ser más eficaces desde el punto de vista ambiental por medio del reciclaje, la reutilización y la reducción de la cantidad de materiales utilizados (Carter y Ellram, 1998, p.93); y iii) la formulada por (Rogers y Tibben-Lembke, 1998, p.48), que fue aceptada por el Council of Logistic Management: ‘Es el proceso de planificar, implementar y controlar el flujo eficiente y económico de materias primas, inventarios en proceso, productos terminados e información relacionada desde el punto de consumo

hasta el punto de origen, para la recuperación o determinación del valor. El valor de una buena planificación’.

Durante el siglo XXI el concepto ha evolucionado: en 2003, **el Council of Logistic Management** se refiere a la logística inversa como “el proceso de mover bienes de su destino final a otro punto, con el propósito de capturar valor que de otra manera no estaría disponible, para la disposición apropiada de los productos” (Don y Dolan, 2010, p. 220). (Cure, Meza y Amaya 2006 p.65) adoptan el concepto de logística inversa como “El proceso de planificación, desarrollo y control eficiente del flujo de materiales, productos e información desde el último eslabón de la red de valor, hasta el lugar de origen, de manera que se satisfagan las necesidades del consumidor, recuperando el residuo obtenido y gestionando de modo que sea posible su reintroducción en la cadena de suministro, obteniendo un valor agregado o consiguiendo una adecuada eliminación del mismo”. Según (Fleischmann, et al 2011 p. 186) el diseño adecuado de la red de logística inversa tiene un impacto directo sobre la viabilidad económica de la misma.

Para (Cabeza, 2012, p.26), la logística inversa “abarca el conjunto de actividades logísticas de recogida, desmontaje y desmembramiento de productos ya usados o sus componentes, así como de materiales de distinto tipo y naturaleza con el objeto de maximizar el aprovechamiento de su valor, en sentido amplio de su uso sostenible y, en último caso, su destrucción”

(PDyckhoff, Lackes y Reese 2013, p.164), Considera que la logística inversa incluye todas las actividades relacionadas con el manejo, tratamiento, reducción y eliminación de todos los residuos peligrosos y no peligrosos de la producción, además del embalaje y uso del producto, incluyendo la distribución inversa, y destacando su función ambiental, porque a través de ella se pueden evitar muchos de los efectos negativos sobre el medio ambiente.

**Figura 6**  
**Dimensiones de la logística de inversa**



**Nota:** La logística y todos los factores que intervienen

#### **4.3.1 Dimensiones de las redes de logística inversa**

El desarrollo y evolución de sistemas de logística inversa se ha convertido en un elemento primordial en las agendas de la gestión de cadenas de suministro. Su desarrollo como unidad de negocio, ha llamado la atención de investigadores de diversas disciplinas. Tan solo basta revisar el creciente número de artículos publicados bajo el keyword de “reverse logistics”; así como el número de documentos presentados en varias conferencias de carácter internacional, sin olvidar el número de tesis y disertaciones en diversas universidades. Se busca analizar las diferentes contribuciones para derivar una caracterización general de las redes de recuperación en seis dimensiones. Mar-Ortiz, J., Gracia, M. (2014). Tal estructura permitirá por un lado disponer de un marco de referencia para la clasificación de los sistemas de logística inversa; y por el otro establecer una serie de consideraciones preliminares para implementar un programa de recuperación de productos.

La tabla 3 describe las dimensiones y principales preguntas a ser consideradas, las cuales son brevemente comentadas.

Tabla 3

*Dimensiones de las Redes de Logística Inversa*

<b>DIMENSIÓN</b>	<b>PREGUNTA PRINCIPAL</b>
Motivación y detonadores	¿A qué obedece la necesidad de implementar un programa de recuperación de productos?
Ítems recuperados	¿Dentro de qué industria se desempeña la organización? ¿Cuáles son los principales ítems a ser recuperados?
Alternativas de recuperación	¿Dependiendo de la calidad de los ítems recuperados, cuáles son las formas de re-uso válidas?
Actores involucrados	¿Cómo se verá afectada la estructura operacional de la actual cadena de suministro?
Tipos de retornos	¿Qué tipo de retornos serán considerados?
Beneficio por valor agregado	¿Qué ventajas y/o beneficios pretendo obtener con la implementación de este programa?

**Nota:** Mundo Logístico La Logística Reversa o Inversa, Aporte al Control de Devoluciones y Residuos en la Gestión de la Cadena de Abastecimiento 2004

(Ortiz y Gracia 2014. p. 35) Desde una perspectiva ampliada la necesidad de implementar un programa de recuperación de productos obedece a factores económicos y ambientales. Tales factores son generalmente motivados por elementos externos a la organización como proveedores, compradores, gobierno y competidores; aunque algunos son incentivados de manera proactiva dadas las implicaciones estratégicas de la recuperación parcial o total de productos en el desempeño de negocios. Sin embargo, el eje central es la reducción de desperdicios, que constituye una de las mayores preocupaciones de los países industrializados, siendo una de las principales iniciativas para el creciente interés en el re-úso y reciclaje. Esta meta es traducida a nivel de compañías a través de leyes ambientales, que obligan a las organizaciones a recuperar

sus productos y tomar cuidado de su tratamiento futuro, y la presión de los consumidores que presentan una creciente conciencia ambiental.

**Figura 7**  
**Estrategias – Manejo de residuos**



**Nota:** ONU-Hábitat La Logística Reversa o Inversa, Aporte al Control de Devoluciones y Residuos en la Gestión de la Cadena de Abastecimiento 2007

Además, un pensamiento de imagen “verde” se está convirtiendo en un importante factor de marketing.

De la misma forma, la inversión en la reducción de eventuales y primordiales riesgos ambientales puede contemplarse como una decisión enfocada a reducir los costos de las compañías; conllevando al conocimiento de todos los beneficios económicos de usar productos recuperados en la producción diferente a lugar de pagar

altos costos de disposición, así como la consideración de que algunos regresos tienen valor comercial al estar destinados para la reventa. (Ortiz y Gracia 2014. p. 35)

#### **4.3.2 Ítems Recuperados:**

Los ejemplos de programas de recuperación de productos se han visto tanto en la remanufactura de autopartes, así como en la recolección de contenedores rellenables. Sin embargo, en los últimos años su campo de aplicación se ha extendido a diversas industrias con características y/o ambientes de negocio particulares, que demandan diferentes tipos de sistemas de logística inversa. Por ello, cada tipo de retorno requiere cadenas inversas de recuperación apropiadas a las características de los productos recuperados para optimizar el valor de la recuperación. Estudios previos han mostrado que la logística inversa ha sido usada en muchas industrias.

Mar-Ortiz, J., Gracia, M. (2014) Por ello la mayoría de los documentos publicados en la literatura han sido prácticamente orientados, donde problemas reales han sido esbozados como problemas dentro de la interfaz logística-producción que recaen en el campo de la administración de la logística inversa. Por ejemplo, Ammons (1997) estudió el problema ocasionado por el retiro de alfombras en EUA; Barros et al. (1998) trató el problema ocasionado por la generación de residuos de construcción en Holanda, Sharma (2004) trató el problema ocasionado por el retiro de equipo debido al cambio tecnológico, por mencionar algunos. Mar-Ortiz et al. (2011) diseñaron una red para la recolección de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos. Además, algunas industrias en particular como la industria del hardware computacional han comenzado a adoptar programas de logística inversa dando seguimiento a la recuperación de viejos sistemas.

El análisis de estos problemas prácticamente orientados nos permite categorizar los principales tipos de ítems recuperados en: empaques (por ejemplo pallets, botes, contenedores), partes de repuesto (por ejemplo herramientas, motores, componentes de motores), aparatos electrodomésticos y de oficina (por ejemplo copadoras, refrigeradores, celulares, computadoras, cámaras), productos de desecho (por ejemplo residuos de construcción, alfombras, llantas, papel, acero), residuos peligrosos (por

ejemplo baterías, pilas, farmacéuticos), otros (por ejemplo libros, productos en tiendas minoristas). Los porcentajes de retorno varían ampliamente dependiendo de la categoría de los productos, las estaciones y a través de mercados globales, siendo típicamente mayores en las ventas por Internet y de catálogo. Las tasas de retorno también se han incrementado rápidamente en algunos países de la Unión Europea debido a las legislaciones establecidas.

### ***4.3.3 Alternativas de Recuperación***

Las principales opciones de recuperación difieren del grado en que la identidad del producto ha sido conservada, de sus estándares de calidad atribuidos, el proceso de deterioro, y su patrón de uso (Brito y Dekker, 2003, p.25). En general, una vez que los ítems han sido recuperados, se procede a una inspección detallada mediante diversas pruebas para su adecuada selección y clasificación; a partir de esto el tomador de decisiones debe decidir entre la recuperación de forma directa (por ejemplo, re-uso directo, reventa o redistribución) o mediante reprocesamiento (por ejemplo, reparación, remanufactura, reciclaje, reprocesamiento, etc.). Algunas de ellas pueden ser aplicadas tanto al producto como al empaque, en Rogers y Tibben-Lembke (2001), se describen las correspondientes a cada una como se muestra en la Tabla 4.

**Tabla 4**  
**Actividades de Ejecución en la logística inversa**

<b>PARA EL PRODUCTO</b>	<b>PARA EL EMPAQUE</b>
• Regresar al proveedor	• Rehusar
• Revender	• Renovar
• Venta a un mercado alternativo	• Reclamar materiales
• Recuperar	• Reciclar
• Reacondicionar	• Rescatar
• Renovar	• Relleno sanitario
• Remanufacturar	
• Reclamar materiales	
• Reciclar	
• Donar	
• Relleno sanitario	

**Nota:** Artículo Logística inversa de un proceso de impacto ambiental y productividad, 2007

#### **4.3.4 Actores Involucrados**

Los actores involucrados en las actividades de reuso pueden incluir tanto productores originales como terceras partes (3PL). Esto estará en función de las actividades de recolección, transporte, reprocesamiento, y re-marketing que los bienes recuperados requieran. Sin embargo, la estructura típica de las redes de recuperación se encuentra conformada por los actores de la red de distribución original (forward supply chain actors), y los elementos especializados de la red de recolección (reverse supply chain actors). En la red de distribución original, su estructura divergente permite que los proveedores, manufactureros, centros de distribución, minoristas, y clientes jueguen un rol determinado de acuerdo con sus objetivos previamente establecidos en beneficio de la cadena de suministro. En contraste, en la red de recolección, la estructura convergente, y la incertidumbre asociada a la identidad y estándares de calidad de los ítems recuperados, propicia que a partir de los centros de recolección y clasificación, los centros de reciclaje, desensamble y remanufactura, y en general todo tipo de instituciones tanto públicas como privadas creadas para hacerse cargo de los retornos, sean intermediarios

independientes con objetivos propios que inclusive pueden competir entre sí, para revender los ítems recuperados al mejor costo.

#### **4.3.5 Tipos de Retornos**

Los regresos pueden ser catalogados de manera general en: regresos internos, y regresos externos. Los regresos internos son conocidos como retornos de manufactura, es decir, todos aquellos productos que son regresados en la fase de producción, ya sea por no haber pasado las pruebas de calidad o porque no fueron completamente terminados por falta de material; generalmente estos regresos son denominados retrabajos o re-procesos. Por otro lado, las devoluciones externas son todos los bienes que han salido de fábrica, esta puede ser una devolución en garantía, es decir, productos dañados cuya calidad no satisface las necesidades del cliente, donde el artículo debe ser reemplazado o reparado; retornos comerciales, es decir, aquellos productos que fueron exceso de inventario o cuya temporada (fuera de estación) ya pasó y no fueron vendidos; retornos de fin de vida, es decir, aquellos productos cuyo ciclo de vida económico y/o funcional ha terminado totalmente; retornos de fin de uso, es decir, aquellos productos que el cliente tiene la oportunidad de regresar en cierto periodo de tiempo, pero cuyo ciclo de vida se encuentra parcialmente consumido, tal es el caso de libros usados. La identificación del tipo de regreso es de suma importancia, pues de ello en gran medida dependerá el destino que tendrán. Otro tipo de literatura que involucra el flujo inverso de productos pertenece al campo de servicio postventa y retornos por garantías.

#### **4.3.6 Beneficios por Valor Agregado**

La implementación de un sistema de logística inversa eficiente genera beneficios directos para las organizaciones. La satisfacción de la cliente mejorada, la menor inversión en recursos y la reducción de los costos de almacenamiento y distribución son solo algunos de ellos. En varias organizaciones la recuperación de empaques y productos se ha convertido en una práctica capaz de reducir el impacto ambiental de la cadena de suministro, facilitando la eliminación del desperdicio a la vez que se incrementan las

utilidades (Rogers y Tibben-Lembke, 2001; Autry et al., 2001; Ritchie et al., 2000). La tabla 5 resume algunas aportaciones de varios autores (Hughes, 2003; Krikke et al., 2001a; y Hillebersberg et al., 2001) respecto a los beneficios que proporciona el diseño de un sistema de logística inversa.

**Tabla 5**  
***Beneficios de un sistema de Logística Inversa***

<b>PARA EL PRODUCTO</b>	<b>PARA EL EMPAQUE</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción de pérdidas y daños de inventario.</li> <li>• Ahorro en los costos de adquisición, disposición, mantenimiento y transportación del inventario.</li> <li>• Maximización del retorno sobre inversión mediante la recuperación de valor en los productos.</li> <li>• Mejora del proceso de recolección y mayor contacto con el cliente.</li> <li>• Disminución de los tiempos de ciclo.</li> <li>• Mejora en el proceso de pronósticos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción de productos dañados y pérdidas.</li> <li>• Identificación de problemas de calidad de forma más rápida debido a los retornos rápidos.</li> <li>• Mejora en la administración de la información y retroalimentación del cliente.</li> <li>• Mayor educación al cliente.</li> <li>• Mejora de las relaciones en la cadena de suministro.</li> <li>• Mejora en los tiempos de respuesta.</li> </ul>

**Nota:** Artículo Logística inversa de un proceso de impacto ambiental y productividad, 2005

## **5. MARCO NORMATIVO**

A lo que la legislación se refiere, Bogotá cuenta con un marco normativo que regula algunas actividades que incluyen procesos de reciclaje (Decreto 469 de 2015, Decreto 495 de 2016 y resolución 2184 de 2019), sin embargo, en su estructura no fomenta las dinámicas de la economía circular, ni la creación o el fortalecimiento de las redes de valor de ciclo cerrado que integren agentes como la industria manufacturera y productiva de Bogotá considerándola como compañía focal, las industrias culturales, logísticas. Y creativas como proveedores de bienes y servicios, y no contempla las compañías que prestan servicios de transporte terrestre, fluvial y aéreo como proveedores de apoyo para los servicios logísticos de la red.

Es importante mencionar que, gran parte de estas organizaciones no han logrado establecer redes de valor de ciclo cerrado con altos niveles de integración que permitan a los productores asumir una mayor responsabilidad extendida, ni sobre sus procesos, ni sobre los productos derivados de la postindustrial y del post-consumo. No existe una preocupación que vaya más allá de su propio ciclo de producción o de logística que busque integrar y reusar los recursos al ciclo de vida de los productos.

### **5.1 Impactos y riesgos ambientales y sanitarios derivados de una ineficiente gestión de residuos**

La definición de impacto establecida por la NTC150 14001-2015 3.2.6 según página 3, reza: “Cambio en el medio ambiente, ya sea adverso o beneficioso, como resultado total o parcial de los aspectos ambientales de una organización”. Para interpretar esta definición es necesario aceptar que los residuos son aspectos ambientales, es decir son elementos de las actividades, productos o servicios que interactúan o pueden interactuar con el medio ambiente, como los define la misma norma internacional.

Los impactos y riesgos ambientales asociados a la ineficiente gestión de residuos se hacen visibles en niveles globales, regionales, locales e incluso puntuales, para el caso de un individuo. Todo inicia con la extracción de materiales y la producción de bienes

cuyos ciclos de vida sean cortos o largos no contemplan consideraciones en beneficio de la sostenibilidad, es decir, no incorporan la selección ambientalmente responsable de sus materiales y procesos ni tienen en cuenta si existen o no posibilidades de gestión que respeten el ambiente y la salud humana, una vez estos bienes se convierten en residuos. Es claro que la extracción y producción no serían tan agresivas sin una sociedad consumista que va en aumento y que a través del mercado presiona la obtención de más y más bienes para la satisfacción de sus necesidades.

Estos bienes al final de su vida útil se convierten en residuos sólidos, semisólidos, líquidos y gaseosos, algunos con características peligrosas y otros no pero que puestos en el ambiente traen como consecuencia un sinnúmero de impactos ambientales negativos como la degradación de los ecosistemas que soportan la vida, la contaminación atmosférica, contaminación de cuerpos de agua y variación de su calidad, contaminación, degradación del suelo y afectación de su fertilidad, alteraciones del paisaje y riesgos evidenciables en efectos adversos en los ecosistemas, afectaciones a la salud humana con enfermedades gastrointestinales, respiratorias, infecciones dérmicas, bioacumulación de sustancias peligrosas, entre otras.

## 6. MARCO CONCEPTUAL AEROPUERTOS

En conformidad con lo contenido en el artículo 37 del Convenio sobre aviación civil internacional, suscrito en Chicago en 1944, los Estados participantes se comprometen a colaborar con el fin de lograr el más alto grado de uniformidad posible en todas las regulaciones aeronáuticas, para lo cual la Organización de Aviación Civil Internacional que se creó mediante este convenio, adoptó normas, métodos y recomendaciones contenidas en los anexos técnicos de dicho Convenio y otros documentos que han de seguir los Estados garantes, uno de ellos el Anexo 14 denominado “Aeródromos”.

El Anexo 14 contiene todas las normas, métodos sugeridos y especificaciones que los aeródromos deben considerar a nivel operacional, mediante la indicación de las características físicas de las instalaciones y servicios técnicos que deban hacer parte de estos, por lo tanto, le corresponde a cada estado adoptarla y así lograr estandarizar a nivel mundial las instalaciones y el nivel esperado de seguridad.

En cuanto a la norma colombiana, el artículo 1782 del Código de Comercio indica que, le corresponde a la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil – UAEAC, como la autoridad aeronáutica, dictar los Reglamentos Aeronáuticos de Colombia- RAC, y dando conformidad con el mismo artículo 1815 del Código, le compete clasificar los aeródromos y determinar todos aquellos requisitos que debe reunir para cada clase, siempre teniendo en cuenta todas las reglamentaciones a nivel internacional.

El numeral 5° del artículo 2° del decreto 823 del 16 de mayo de 2017 establece que, como una de las principales funciones de la UAEAC, debe ser; armonizar todas las disposiciones que promulgue la Organización de Aviación Civil Internacional con los Reglamentos Aeronáuticos para la operación en Colombia.

Para el logro de los objetivos planteados en el presente trabajo, debemos considerar las definiciones oficiales por parte de Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil Oficina de Transporte Aéreo - Grupo de Normas Aeronáutica y que hacen parte del RAC14 así:

## **6.2 Aeródromo**

Área definida de tierra o de agua (que incluye todas sus edificaciones, instalaciones y equipos) destinado total o parcialmente a la llegada, salida y movimiento en superficie de aeronaves. (RAC 14, 2019 p. 4)

Los Aeródromos están integrados por un lado aire y un lado tierra, de la siguiente manera (RAC 14, 2019 p.5):

**6.2.1 Lado Aire:** Comprendida por toda el área donde se mueven las aeronaves, pistas, calles de rodaje, taxeos, hangares y plataformas, su principal objeto es facilitar la operación de aeronaves y que por su naturaleza el ingreso a esas áreas está sujeto a restricciones y control del explotador del aeródromo según corresponda.

**6.2.2 Lado Tierra:** Está compuesta por todos los edificios, parqueaderos, instalaciones, que se dispongan para los usuarios internos o externos del aeropuerto, y se dividen en:

### **a. Áreas públicas**

Son edificios e instalaciones dispuestos para el uso del público en general sin restricción en su ingreso.

### **b. Áreas restringidas**

Son edificios e instalaciones exclusivas a aquellas personas, mercancías y/o vehículos que dispongan de autorización otorgada por el explotador del aeropuerto que habilite su ingreso.

### **6.3 Aeropuerto**

Todo aeródromo especialmente equipado y usado regularmente para pasajeros y/o carga y que, a juicio de la UAEAC, posee instalaciones y servicios de infraestructura aeronáutica suficientes para ser operado en la aviación civil. RAC 14 pág. 4 2007.

### **6.4 Plataforma**

Área definida, en un aeródromo terrestre, destinada a dar cabida a las aeronaves para los fines de embarque o desembarque de pasajeros, correo o carga, abastecimiento de combustible, estacionamiento o mantenimiento. RAC 14 pág. 8 de 2007.

Los reglamentos que determina el RAC14 pág. 53 y 54 de 2007, para los espacios físicos que por norma se deben cumplir para el acondicionamiento de las plataformas aéreas son:

### **6.5 Las Plataformas**

El explotador de un aeródromo o aeropuerto abierto a la operación pública debe proveer plataformas donde sean necesarias para que el embarque y desembarque de pasajeros, carga o correo, así como las operaciones de servicio a las aeronaves se puedan hacer sin obstaculizar el tránsito del aeródromo.

#### **6.5.1 Extensión de las plataformas**

El área total de las plataformas debe ser suficiente para permitir el movimiento rápido del tránsito de aeródromo en los períodos de densidad máxima prevista.

Para la gestión de las operaciones en plataforma, el explotador debe desarrollar como mínimo los siguientes procedimientos según la UAEAC en la guía Elaboración manual de aeródromo así:

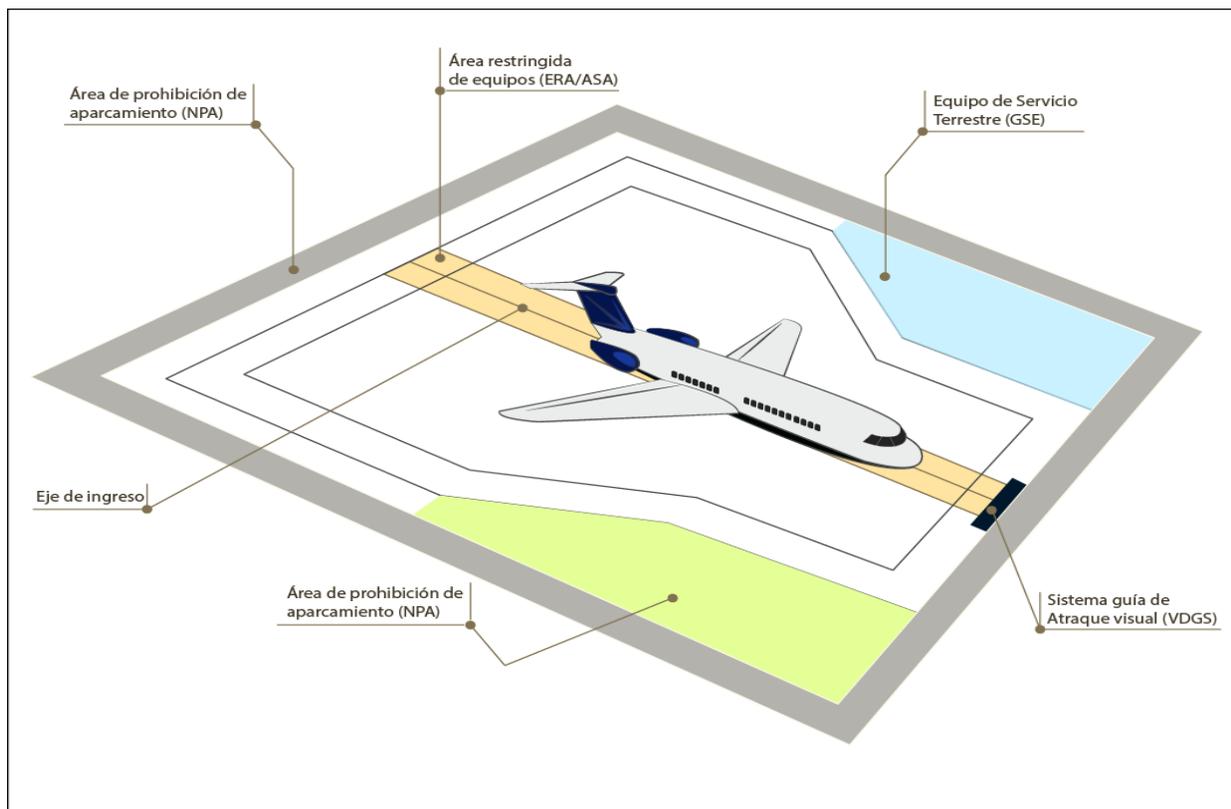
- Procedimiento para protección contra el chorro de reactores.

- Procedimiento de cumplimiento de precauciones de seguridad en las operaciones de reabastecimiento de combustible a las aeronaves.
- Procedimiento para el barrido y limpieza de plataformas.
- Procedimiento para la notificación de accidentes e incidentes en plataforma.
- Procedimientos para verificación del cumplimiento de las normas de seguridad industrial de todo el personal que trabaja en la plataforma.
- Procedimiento para el reporte de peligros operacionales en plataforma.
- Procedimiento para el control y retiro de equipos obsoletos, inoperantes o fuera de servicio.

### 6.5.2 Componentes de la plataforma

**Figura 8**

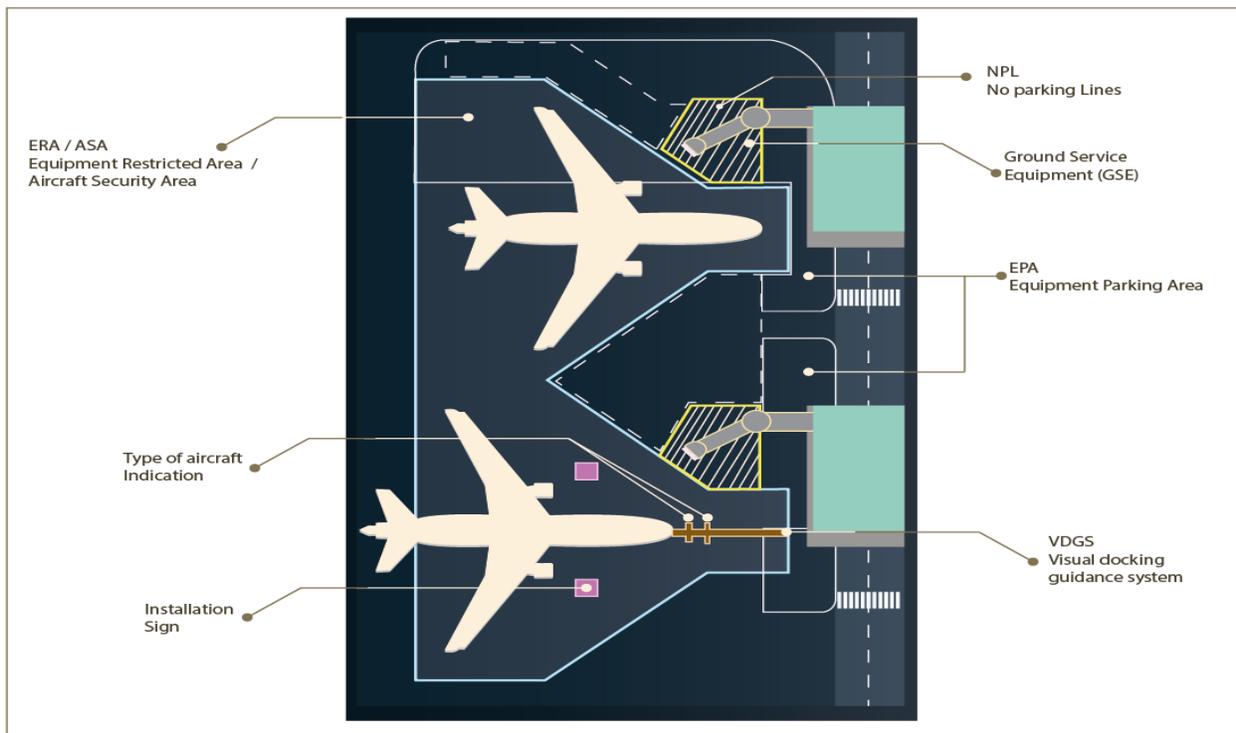
**Plataforma**



**Nota:** Plano físico plataforma de operaciones

**Figura 9**

*Identificación áreas de la plataforma*



**Nota:** Plataforma y sus partes segun normatividad internacional asi: EPA - Equipment Parking Area (Sobre esta área se coloca GSE – Ground Services Equipment) ERA / ASA - Equipment Restricted Area / Aircraft Security Area NPL - Líneas de prohibición de aparcamiento VDGS - Visual docking guidance system

## 7. DISEÑO METODOLÓGICO

La metodología utilizada para el desarrollo del proyecto es cualitativa y cuantitativa, ya que permite la creación de nuevo conocimiento a partir de una base teórica previamente establecida. De esta manera, el método científico utilizado es un método inductivo basado en la investigación fáctica, que para el proyecto es “Diseñar la red de valor verde para la plataforma del Aeropuerto Internacional el Dorado”

El proyecto se desarrollará cumpliendo la secuencia de las siguientes actividades para así alcanzar el objetivo general, los objetivos específicos, los productos y resultados esperados.

### 7.1 Fase uno

Definición y alcance:

Delimitar los conceptos objeto de análisis listando uno a uno los lineamientos que son básicos en desarrollo del proyecto y que permita a los que lo ejecutan entender, aprehender y comprender ¿Qué es y cómo funciona una red de valor verde?

Actividades:

- a- Se caracterizan las diferentes redes de valor verde que se identifiquen
- b- Mediante graficas se analizarán los elementos pertenecientes a una “red de valor de verde”
- c- Se listan los elementos y componentes que caracterizan las redes de valor verde
- d- Se emiten conclusiones y definiciones que permitan generar y ratificar los nuevos conocimientos sobre redes de valor verde

#### **7.1.1 Identificación y caracterización**

¿Qué casos existentes de redes de valor de ciclo cerrado hay? Como parte de esta fase buscamos identificar y analizar casos en el sector real que evidencien el antes y después, impactos, los actores, procesos, alcances, mediciones, resultados y su desarrollo continuo en la generación de valor.

Actividades:

- a-Revisar las fuentes secundarias para identificar casos de redes de valor de ciclo cerrado, su estructura, funcionamiento y demás características de sus configuraciones
- b-Definir, a partir de los casos identificados mediante técnicas de comparación múltiple, las experiencias de redes de valor más significativas para la investigación.
- c-Fortalecer la documentación de las experiencias seleccionadas que funcionen en la ciudad de Bogotá a través de fuentes primarias.
- d-Concluir y analizar los resultados encontrados
- e-Estructurar y elaborar el artículo científico con la documentación de casos de redes de valor verde.

## **7.2 Fase dos**

Esta fase Utilizaremos estudios descriptivos que pretenden especificar las propiedades, características y perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis que permitirá desarrollar y alcanzar los objetivos específicos: “Caracterizar la operación de la plataforma del Aeropuerto” y “Diagnosticar el manejo de los residuos generados en la plataforma y su impacto ambiental” y sus productos y resultados asociados mediante el desarrollo y análisis de las fuentes primarias y secundarias.

Actividades:

- a-Entender y conocer la operación propia de la plataforma de operaciones
- b-Determinar las fuentes primarias cualitativas y cuantitativas de información que se deben considerar en los procesos que ocurren en plataforma de operaciones
- c-Determinar las fuentes secundarias de información que nos permitan caracterizar y diagnosticar las operaciones en plataforma de operaciones
- d-Determinación de variables dependientes, independientes y de control que explican su incidencia en las operaciones en plataforma de operaciones para un tiempo determinado
- e-Listar las actividades que ocurren en la operación de plataforma

f-Diagramación del proceso de operaciones en plataforma que nos permita dimensionar lo que realmente sucede en tiempo real en la operación (variables como; tiempos, personas, actividades, escenarios, etc...)

g-Reconocer las externalidades que tiene la operación en plataforma de operaciones

h-Identificación de recursos físicos y no físicos que hacen parte de la operación y clasificados según su impacto

i-Listar y clasificar los insumos que se utilizan en la operación logística acorde a su ciclo de utilización, generación, aprovechamiento y desecho.

j-Conocer y medir el impacto ambiental de la operación de plataforma de servicios en concordancia de la gobernanza que aplica a las operaciones propias del negocio, de la localidad, de la ciudad y ¿qué protocolos existen ante el cumplimiento y exigencias de la normatividad?

k-Concluir basados en los resultados encontrados

l-Estructurar y elaborar el artículo científico con la caracterización de operaciones en plataforma.

### **7.3 Fase tres**

Estructurar y definir el funcionamiento de la red de valor:

Esta fase permitirá analizar la información recolectada y estructura las bases de lo que pretendemos en el objetivo específico “Estructurar las redes de valor de reúso, remanufactura, reciclaje y disposición aplicables a los residuos generados en la plataforma del Aeropuerto Internacional el Dorado”

Actividades:

a-Identificar las configuraciones horizontales y verticales de la estructura genérica de la red, a partir del análisis y estudios de los casos expuestos en la fase uno.

b-Tabular y analizar los datos estadísticos encontrados mediante herramientas tecnológicas existentes acordes a la fase dos del proyecto.

c-Reconocer e identificar las externalidades que tiene la operación en plataforma de operaciones según fase dos.

d-Análisis de los recursos físicos y no físicos que hacen parte de la operación y clasificados según su impacto.

e-Diseñar los procesos de gestión principales de la red, a través de la metodología establecida en el modelo Scor.

f-Estructurar y elaborar el artículo científico: Propuesta de los componentes (nodos, flujos y tipologías de proceso) que conformarán la estructura de la red de valor verde.

#### **7.4 Fase cuatro**

Diseño de la red:

En esta etapa se consolidarán el diseño, la estructura y la operatividad de la red de valor verde, para dar cumplimiento al objetivo general “Diseñar una red de valor verde para la plataforma del Aeropuerto Internacional el Dorado” y el objetivo específico “Diseñar los procesos y los actuantes de la red de valor verde para la plataforma del Aeropuerto Internacional el Dorado” Además de estructurar y elaborar el artículo científico que da soporte al proyecto aplicativo.

Actividades:

a-Recopilar las características y componentes de la configuración genérica de la red de valor, obtenidos de las fases uno, dos y tres.

b-Mapear la configuración genérica de la red de valor verde competitiva para las operaciones en plataforma de servicios del aeropuerto Internacional el Dorado

c-Estructurar y elaborar el artículo científico: Diseño de una red de valor verde para la plataforma del Aeropuerto Internacional el Dorado.

d-Presentar oficialmente el artículo a las entidades que corresponda según el alcance del proyecto

## 8. RESULTADOS

### 8.1 Objetivo 1: Caracterizar la operación de la plataforma del Aeropuerto Internacional El Dorado Luis Carlos Galán Sarmiento

#### 8. 1. 2 Plataforma Aeropuerto Internacional el DORADO

El aeropuerto Internacional El Dorado Luis Galán Sarmiento de la ciudad de Bogotá, hoy es considerado el eje central de la movilidad para el transporte aéreo de pasajeros y el primer aeropuerto logístico para manejo de cargas en Colombia, con el 60% y el 70% del total registrado en el país respectivamente, según cifras registradas por el Grupo de Estudios Sectoriales de la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil para el primer semestre del año 2019 (UAEAC, 2021).

En el año 2021, El Aeropuerto El Dorado presentó un flujo de 11.108.713 pasajeros en las rutas de vuelos nacionales e internacionales; si comparamos esta cifra con los datos entregados en el mismo periodo para el año 2019, teniendo en cuenta el año 2020 presentó una operación atípica debido a las situaciones de pandemia, el tránsito a través de la terminal de transporte aéreo fue de 17.513.373 pasajeros, con una variación del -36.57%. En materia de transporte de carga, tanto nacional como internacional, comparando los mismos periodos la tendencia muestra un crecimiento del 5,95%.

**Tabla 6**

#### **Estadísticas de Tráfico de Aeropuertos Enero 2019 – Diciembre 2021**

	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>
Vuelos Internacionales	46312	17925	26979
Vuelos Nacionales	110722	41445	80763
Pasajeros a bordo Internacionales	5760303	1486466	2637238
Pasajeros a bordo Nacional	11753070	3898509	8471475
<b>Variación % Pasajeros</b>			<b>-36.57%</b>
	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>
Carga y Correo A Bordo (Kg.) Internacionales	348111843	308777741	378905205
Carga y Correo A Bordo (Kg.) Nacionales	86528004	59260573	81589117
<b>Variación % Carga</b>			<b>5.95%</b>

**Nota:** cifras de movimientos de pasajeros y de carga para los años 2019 a Diciembre 2021

En términos de conexión El Aeropuerto internacional El Dorado actualmente está conectando a la ciudad de Bogotá con más de 89 destinos directos dentro y fuera del país, a través de 139 aerolíneas para el año 2019 con un total de vuelos de 509.887 y 123 aerolíneas para el año 2021 con un total de vuelos de 389.139, tanto de pasajeros como de carga (Aeronáutica Civil Unidad Administrativa Especial. 2021); para lograr atender esta demanda, El Dorado cuenta con un área construida para la terminal de 224.000 m2 y 48.000 m2 para la plataforma muelles nacional e internacional (Odinsa, 2019).

Tabla 7

**Movimiento de Aeronaves Mensuales 2019 Enero – 2020 Diciembre**

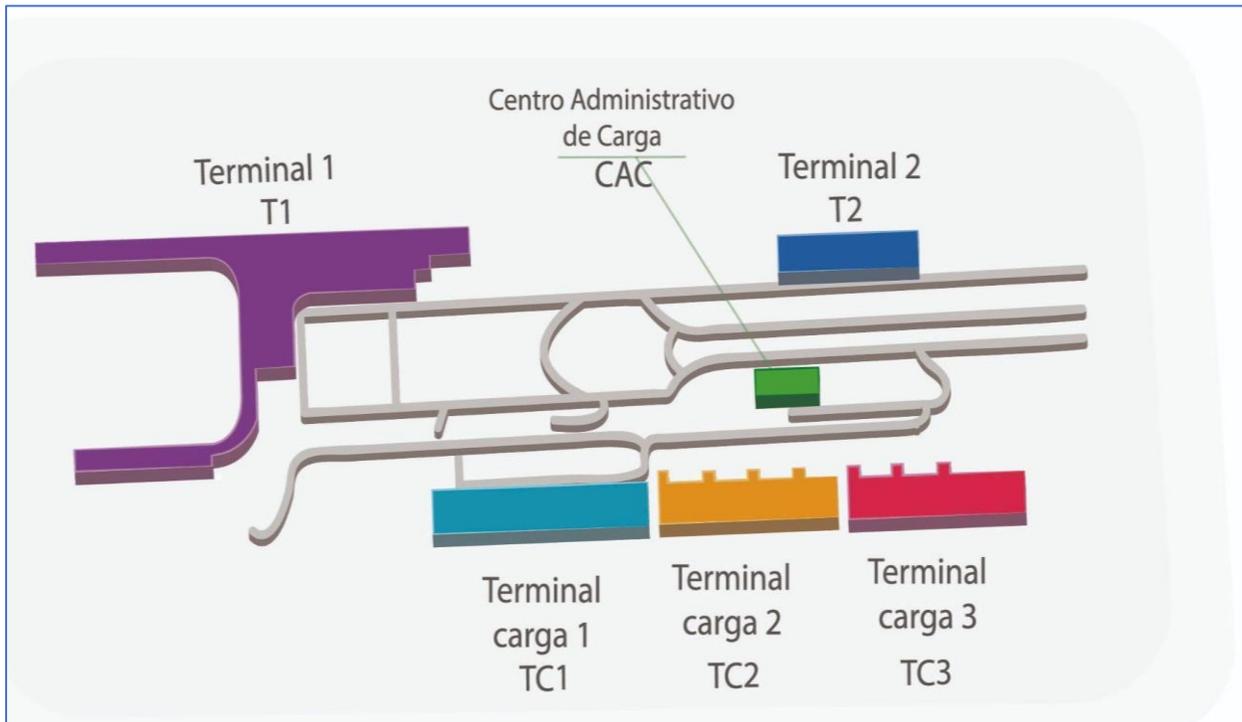
	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>Grand Total</b>	<b>% Part</b>
AVIANCA	167233	48253	89837	305323	39%
EASYFLY S.A	45408	21222	37264	103894	13%
AIRES	45136	17443	45623	108202	14%
FAST COLOM	29493	12901	37059	79453	10%
SERVICIO AEI	27779	10882	23661	62322	8%
AEROREPUBLI	24052	6418	10076	40546	5%
AVIANCA EXP	11576	6369	7758	25703	3%
AMERICAN	6619	2621	10282	19522	2%
SEARCA S.A.	10989	4824	8014	23827	3%
COPA	2153	1391	9808	13352	2%
<b>Total</b>	<b>370438</b>	<b>132324</b>	<b>279382</b>	<b>782144</b>	
<b>Variación %</b>		<b>-64%</b>	<b>111%</b>		

**Nota:** Listado de 10 aerolíneas y su participación en el movimiento de pasajeros para los años 2019, 2020 y 2021.

El Aeropuerto Internacional El Dorado, este se encuentra conformado por (Ver Figura 10):

**Figura 10**

**Caracterización física Aeropuerto El Dorado**



**Nota:** Plano de los terminales de carga físicos del aeropuerto

**a- Terminal uno (T1)**

- Por el lado tierra
  - Nivel I (llegadas/reclamo de equipaje)
  - Nivel II (registro salidas).
- Por el lado aire
  - Muelle Nacional espigón Norte
  - Las posiciones 11 a la 22 (la 14 no existe ningún aeropuerto).
  - Muelle Nacional espigón Sur

- Las posiciones 71 a 107.
- Las posiciones de contacto 71 a la 89
- Las posiciones remotas de la 101 a la 107. La posición 100 no existe en ningún aeropuerto.
- Las posiciones 22 a la 24 son para vuelos especiales, puertas mezcladas (twin gate), concurren aviones que arriban al puerto con la categoría Nacional, pero su salida de este puede convertirse en internacional pero la posición 23 y la 25 en el aeropuerto no existe.
- Muelle internacional
- Considera desde la posición 26 hasta la 61, algunas son flexibles, no hay posición de las 63 a la 70.

La terminal uno (1) del aeropuerto cuenta con posiciones de contacto (Provista de puente de abordaje conexión directa con la terminal) de las cuales, dieciséis (16) posiciones están configuradas para aeronaves con categoría ECHO, diecisiete (17) para aeronaves categoría CHARLIE y dos (2) para categoría DELTA. En cuanto a las posiciones remotas (requieren de buses alimentadores para abordaje y desabordaje de pasajeros), cuenta con dos (2) posiciones categoría ECHO, veintiocho (28) posiciones categoría CHARLIE, y dos (2) posiciones categoría FOXTROT.

#### b. Terminal dos (T2)

- Por el lado tierra
  - Puente aéreo nivel I (registro/llegadas) y II (patio de comidas)
- Por el lado aire
  - La posición 62 está habilitada para el mantenimiento en línea de Avianca

- Las posiciones G1 Y G3 son posiciones de mantenimiento en línea. En la G1 funciona el recinto de prueba de motores Ground Run Up Enclosure (GRE) y en la G3 funciona el Maintenance Repair Overhaul (MRO).
- Posiciones de parqueo (10), de la F1 a F10 no son flexibles, pueden operar directo o de forma remota.

En relación con la Terminal dos (2) (antiguo Puente Aéreo Avianca), se tienen diez (10) posiciones de contacto para aeronaves categoría CHARLIE (con restricciones por longitud de fuselaje).

**c. Terminales de Carga:**

En la Terminal de Carga se cuenta con treinta y dos (32) posiciones de parqueo con configuración flexible para categorías CHARLIE, DELTA, ECHO, y FOXTROT (OPAIN S.A. 2019). **Terminal de Carga uno (TC1)**

- Lado tierra
  - Bodegas de carga
  
- Lado aire
  - plataformas E1 hasta E5
  
- **Terminal de Carga dos (TC2)**
  - Lado tierra
    - Bodegas de carga
  - Lado aire
    - Plataformas E6 a E12 (solo para carga)
  
- **Terminal de Carga tres (TC3)**
  - Lado tierra
    - Bodegas de carga
  - Lado aire

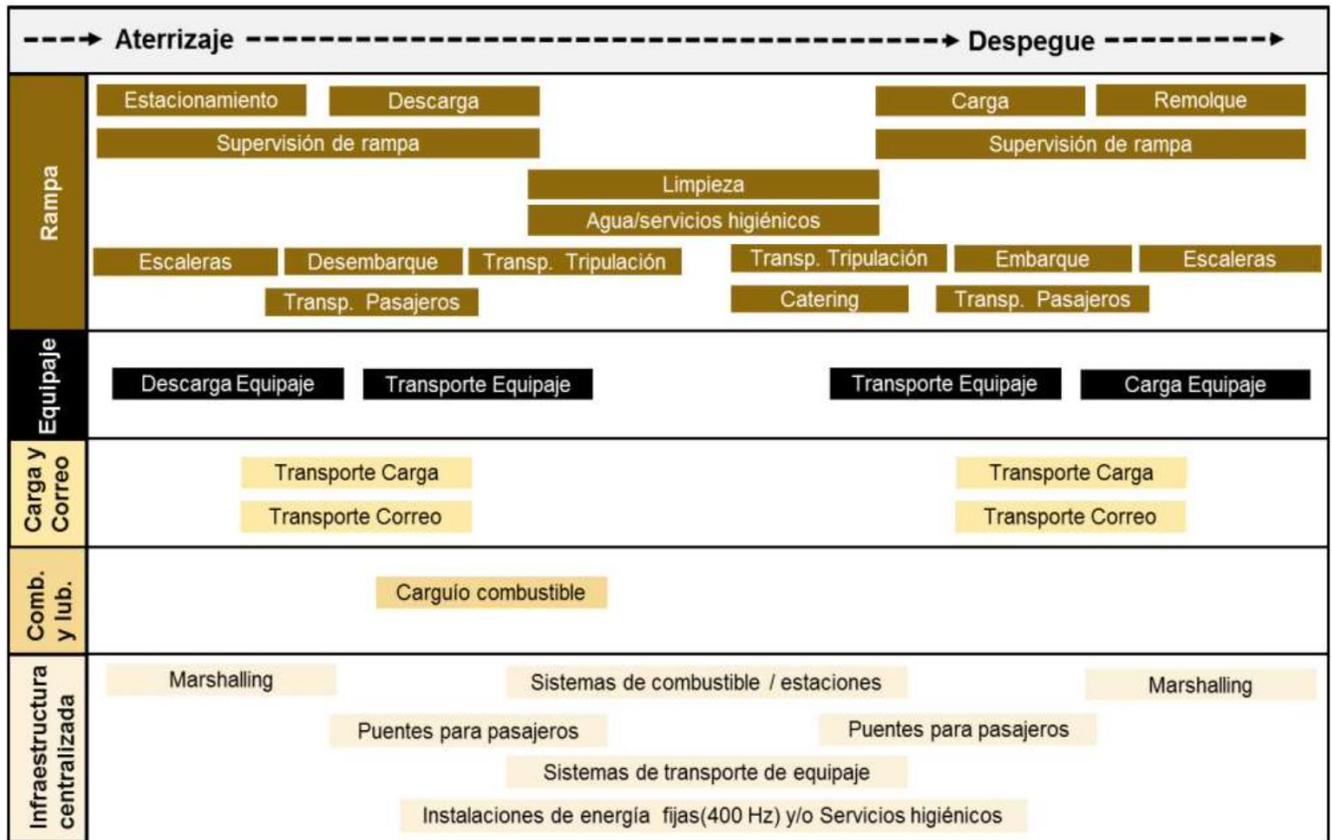
- Plataformas E13 a E17

- **Centro Administrativo de Carga (CAC)** lado tierra en medio de TC1 y TC2

### 8.1.3 Operaciones en Plataforma

Figura 11

Secuencia de servicios de escala



Nota. Opain 2016 actividades que intervienen en un proceso de plataforma de operaciones

Actualmente la operación en las plataformas del Aeropuerto Internacional El Dorado, se lleva a cabo por 127 empresas de manera fraccionada y cada servicio asociado (abastecimiento de combustible, cargue y descargue, suministro de agua potable, alimentos y servicios generales ofrecidos por las aerolíneas a sus clientes, entre otros.) lo atiende una empresa diferente, y las actividades son coordinadas únicamente

por un líder de plataforma de cada aerolínea, lo que en ocasiones genera deficiencias en la operación.

a. Asistencia y carga de aeronaves:

Se refiere a las operaciones de carga y servicio de la aeronave que incluyen: Operación de puertas y otros puntos de acceso. Operaciones de equipos de asistencia en tierra en la carga y servicio a la aeronave. Operaciones del equipo de embarque de pasajeros. Carga y descarga de equipaje, carga, correo y otros elementos. Servicio exterior de la aeronave, incluido catering, limpieza, servicio de aseo agua potable y aguas azules.

Los servicios de Catering o suministro de alimentos se hacen por medio de camiones provistos de sistemas hidráulicos, para elevar los contenedores hasta las puertas de acceso de las aeronaves; al igual que los cargadores de equipaje, mercancía y correo.

El servicio de aseo externo de aeronaves en plataforma del Aeropuerto el Dorado se hace en seco con ayuda de agentes de limpieza denominado “Extreme Simple Green: Limpiador de Aviación y desengrasante de uso industrial”, con fórmula anticorrosiva, anti inflamable y de carácter no peligroso. Ahora bien, para el descargue de las aguas residuales provenientes de baños y cocinas de los aviones, se hace mediante un “carro químico”, movido por ACPM o por sistema de remolque con tractor también movido por ACPM; este carro drena las aguas de la parte trasera de la aeronave, las cuales se denominan aguas azules, dado que para garantizar la descomposición controlada de la carga orgánica, al agua de los sanitarios previamente se les agrega un líquido viscoso de color azul, que neutraliza los malos olores hasta su descarga. Este líquido está catalogado como sustancia peligrosa, clasificación corrosiva, con efectos sobre la salud nivel 2 del rombo NFPA.

El abastecimiento de combustible JET A1 para aeronaves se hace por sistema de hidrantes o PITS, los cuales requieren de un REFULLER o vehículo de control de válvulas y presión durante el proceso (energizado por ACPM o gasolina); a todo el sistema se le denomina JET ducto y es operado por personal altamente calificado y entrenado para la operación, además de estar verificado continuamente por inspectores de plataforma y

bomberos aeronáuticos; esta operación se hace con ayuda de escalera de tiro, para llegar a la compuerta de acceso de tanques de combustible ubicados en los planos del avión.

El aprovisionamiento de agua potable para la aeronave se hace a través de carros también energizados con ACPM y provistos de un tanque de almacenamiento, una manguera y una válvula de alta presión; para realizar esta operación se requiere de escalera de tiro, para así llegar a la compuerta de acceso al tanque del agua del avión.

En la operación de cargue de la aeronave, se debe tener especial cuidado con la carga y manipulación de mercancías peligrosas, las cuales deben estar debidamente embaladas, declaradas y estar acompañadas de su hoja de seguridad. El personal de despacho cargue y descargue de estas mercancías debe estar debidamente entrenado y capacitado en caso de accidente, derrame o emergencia, de acuerdo con la normatividad aplicable; además de estar provisto de elementos de protección personal.

El 60% de los equipos de asistencia en tierra de aeronaves que operan en el Aeropuerto El Dorado utilizan ACPM como fuente de energía, el 40% restante no requiere de la misma o son eléctricos.

b. Movimiento en tierra de aeronaves:

Se refiere a la asistencia del movimiento en tierra de aeronaves desde la llegada, estacionamiento, remolque y rodaje para su salida.

Antes de la llegada de las aeronaves al puesto de estacionamiento (plataforma asignada), el personal de asistencia en tierra de la aerolínea hace una inspección a pie donde se verifica que la superficie está limpia de objetos que puedan causar un daño a la aeronave (FOD), libre de baches, sin contaminación por hidrocarburos o aceites; área de parqueo sin obstáculos como equipos, carga, equipaje o personas. Además, de estar listos con calzos y conos para bloquear y señalizar la aeronave, unidad de potencia operativa para energizar el avión después de que éste apague motores, sistema de comunicación directa con la cabina, y sistema de guía visual para el atraque si está en funcionamiento o personal de marshaling (señaleros de punta y de ala).

Durante el rodaje y el ingreso de la aeronave al puesto de estacionamiento, todo el personal de asistencia en tierra y quienes están inspeccionando la operación, experimentan altos niveles de ruido y emisiones de gases por la combustión de los

motores de esta, y de las aeronaves que se encuentran adyacentes a la posición de parqueo.

Para la salida de las aeronaves del puesto de estacionamiento, el Aeropuerto el Dorado, a través de su Plan Operativo Vigente OPAIN (2019), tiene definido que se debe hacer con ayuda de un equipo remolcador o Paymover, nunca autopropulsado. Los Paymover que operan actualmente en el Dorado son energizados con ACPM y están provistos de robustos sistemas hidráulicos que les permiten direccionar la aeronave en tierra.

**c. Mantenimiento en línea de aeronaves:**

Se refiere al mantenimiento, correctivo y preventivo de aeronaves, en el que se contemplan las siguientes actividades:

- Chequeo, visual y/o pre-vuelo.
- Remoción y/o instalación de frenos y llantas.
- Chequeo y aprovisionamiento de fluido hidráulico.
- Aprovisionamiento de combustible, energía y aire comprimido.
- Cambio de equipos de remoción y/o instalación rápida y pruebas respectivas.
- Servicios y suministros de agua potable, oxígeno, vituallas, baños y manejo de equipajes.
  
- Apertura de cowlings-trabajos en plantas motrices:
  - Cambio de componentes y materiales del sistema hidráulico en motor.
  - Cambio de componentes y materiales del sistema de combustible de motor.
  - Cambio de componentes y materiales del sistema de aceite del motor.
- Cambio de componentes y materiales del Auxiliar Power Unit (APU).
- Lubricación de trenes y cambio de componentes del sistema hidráulico.
  
- Cambio de unidades de combustibles en planos; lubricación de superficies estabilizadoras horizontal y vertical; y limpieza de unidades de movimiento de superficies.

Figura 12

Operaciones en Plataforma El Dorado



**Nota:** Operaciones físicas lado tierra y lado aire.

d. Maquinaria y equipo de apoyo operaciones

Para las operaciones anteriormente indicadas, los tenedores de espacio cuentan con equipos especializados que ayudan a dar soporte mecánico y automático en función de la logística de carga y de correo, así también del movimiento de personas, y operaciones de mantenimiento de las aeronaves, estos equipos se describen a continuación; ver tabla 8

**Tabla 8**

**Equipos de soporte eléctricos y mecánicos en operación de plataforma**

<p>Paymover o Push Back Traktor</p>	
	
<p>Características: Equipo con motor vehicular que se conecta al tren de nariz con el tiro y su función es remolcar el avión, hasta una calle de rodaje o hasta un lugar donde el avión no vaya a causar ningún daño cuando sean prendidos los motores. A la hora de remolcar tendrán que haber 2 personas en el pay mover, una que opere el vehículo y otra que mantiene la comunicación con el primer comandante en cabina.</p>	<p>En la operación hay de dos tipos: eléctricos y de ACPM, los Gold oper son eléctricos, también pueden ser híbridos, cuando no tienen avión son eléctricos y con el avión son de ACPM. Y Los otros son de solo ACPM. Los equipos de asistencia en tierra son de las compañías de Hadling</p>
<p>Conveyor</p>	
	
<p>Equipo con motor que tiene una banda transportadora que permita el cargar y descargar del equipaje a granel de los aviones. Deben tener un pasamanos que asegura la protección del hombre que opera este equipo. Tiene bandas protectoras de caucho para evitar dar algún golpe al avión a la hora del acoplamiento, sin embargo, ningún equipo o vehículo puede tocar el avión y deben mantener una distancia de aproximadamente 2 pulgadas</p>	<p>Los hay de ACPM y eléctrico</p>

**Tabla 8. (Continuación)**

Cargador Dortye	
	
<p>Es un vehículo automotor. Que ingresa al diamante de seguridad, es un conjunto de mecanismos que sirve para la elevación y transferencia de carga. Se posiciona a la altura del avión donde van las bodegas de carga. Funciona por los mecanismos hidráulicos en forma de tijera así mismo en la plataforma existen unos rodillos que facilitan el movimiento de la carga</p>	<p>Solo son ACPM, es hidráulico y utiliza aceite (generalmente hay derrames)</p>
Tractor o vehículo de apoyo	
	
<p>Es un vehículo automotor. Su función principal es mover los equipos que no tienen funcionalidad mediante motor y que son conectados al tractor para poderlos movilizar</p>	<p>Los hay eléctricos, de ACPM y a gasolina.</p>

**Tabla 8. (Continuación)**

<p>Dollies</p>	
	
<p>Características: Es un equipo que puede ser individual o un tren que acuden hacia o desde los puestos de estacionamiento y/o bodegas de carga para hacer la transferencia al Dorte, con el fin de proceder a desembarcar o embarcar carga. En la plancha contiene rodillos que facilitan el movimiento y transferencia de la carga.</p>	
<p>AKE'S</p>	
	
<p>El contenedor AKE es un contenedor de piso inferior de tamaño medio con muchas configuraciones. Equipado con una puerta de cubierta, una puerta de paso o una puerta sólida y equipado con estantes, cajones, bastidores o soportes de ruedas, este ULD tiene infinitas posibilidades para la más amplia gama de aeronaves. El AKE también se conoce comúnmente como contenedor LD3.</p>	
<p>Escaleras de tiro</p>	
	
<p>Este equipo es el que permita el ascenso o descenso de los pasajeros del avión, estos equipos pueden moverse entre 2 personas y cuentan con estabilizadores que se acoplan al piso para mayor fijación de este equipo. En aviones más grandes necesitan el carro escalera por su altura.</p>	

**Tabla 8. (Continuación)**

GPU Planta	
	
<p>Es la planta eléctrica que utilizan los aviones para mantener la energía del avión apoyándose en la unidad de energía externa para no gastar la energía del avión. Así podrán realizarse funciones que necesitan energía como iluminación de bodegas, pruebas que hace el primer comandante, entre otros.</p>	<p>Son todas de ACPM, las enganchan a un tractor para moverlas</p>
Palanca	
	
<p>Existen diferentes tipos de palancas y lo determina el tipo de avión en el que se usa, pero su función es la misma. Es la que conecta al pay mover con el tren de nariz para que la aeronave pueda ser remolcada son todas de ACPM, las enganchan a un tractor para moverlas</p>	

**Tabla 8. (Continuación)**

vehículo Cisterna



Camión cisterna de combustible que reabastece a un avión en el aeropuerto. Funciona con combustible ACPM

Catering



Es el auto que contiene la unidad con el camión montado y la disposición necesaria para la elevación y descenso de la furgoneta del cuerpo por el mecanismo de tijera hidráulico. Durante la elevación y proceso de carga es estabilizado a través de las tomas de estabilizador que son completamente soldada al bastidor de Hi-Lift. La unidad está diseñada para interactuar de forma fácil y rápidamente con los aviones de la puerta de galera, mientras que proporciona la máxima seguridad al personal y protección a la estructura de los aviones, Funcionan con ACPM

**Tabla 8. (Continuación)**

Carro de Agua potable	
	
<p>La cuba autopropulsada de agua potable, modelo CAPA-2, has sido diseñada para suministrar agua potable a aviones W.B. y a aviones convencionales, incluyendo la mayoría de los Commuters actualmente en operación. Básicamente está formada por un tanque de acero inoxidable con una capacidad de 2.500 litros, montado sobre el bastidor de un vehículo comercial a elegir por el cliente. La unidad puede suministrarse con una escalera o una barquilla elevadora de accionamiento hidráulico para acceder a los mandos del depósito del avión. Funciona con ACPM.</p>	

**Nota.** Descripción física de los equipos eléctricos y mecánicos que se usan como apoyo en la operación de las actividades de plataforma

## **8.2 Objetivo 2: Diagnosticar el manejo de los residuos generados en la plataforma y su impacto ambiental**

### **8.2.1 Contextualización:**

Acorde con el diagnóstico en el diagrama de árbol, el problema central obedece a la “Falta de gestión integral de residuos sólidos generados en plataforma, por parte de tenedores de espacio, aerolíneas, comodatos, y empresas de asistencia en tierra”.

La caracterización de los residuos sólidos, como los establece el RAS, título F, 2012 (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2012) es la “Determinación de las características cualitativas y cuantitativas de los residuos sólidos, identificando sus contenidos y propiedades. Determinación de las características cualitativas y cuantitativas de un residuo sólido, identificando contenidos y propiedades de interés con una finalidad específica”. Por lo tanto, es una técnica que permite conocer el que se está produciendo y sus características y a la vez es un insumo fundamental para generar proyecciones de producción, determinar análisis y viabilidad del aprovechamiento de

residuos, diseño y proyección de estructuras y equipos para estaciones de clasificación y aprovechamiento.

Las operaciones en plataforma generan diariamente residuos que por su naturaleza permiten ser identificados y tratados para su respectivo aprovechamiento, no obstante, también se evidencia la existencia de residuos que no pueden ser aprovechados.

En el aeropuerto el Dorado Luis Carlos Sarmiento, la prestación del servicio de aseo a tenedores de espacio de las zonas de operación es realizada por una empresa de servicios públicos (actualmente Interaseo Aeropuerto S.A.S E.S.P) quien tiene a su cargo las siguientes actividades:

- Recolección y transporte de residuos de vuelos nacionales e internacionales
- Recolección, transporte y manejo de residuos aprovechables y no aprovechables
- Recolección, transporte y manejo de residuos peligrosos (tratamiento, disposición final y gestión comercial)
- Transporte de residuos a los Centros de almacenamiento temporal
- Administración de los centros de almacenamiento temporal y centro de acopio

Para la prestación del servicio de aseo se tiene identificado a los tenedores de espacio que generan residuos aprovechables, que de acuerdo con Jaramillo Henao, G., & Zapata Márquez, L. M. (2008). “Son aquellos que pueden ser reutilizados o transformados en otro producto, reincorporándose al ciclo económico y con valor comercial”. A través de actividades como el reciclaje, reutilización, incineración para la producción de energía, entre otros. El cual impacta positivamente en resultados para el bienestar social, generación de ingreso económico y reducción del daño ambiental. El mismo autor indica que los residuos no aprovechables son “aquellos que ya terminaron su vida útil y que se les debe hacer un tratamiento o disposición final adecuada debido a que por sus condiciones de origen pueden afectar o alterar ostensiblemente el medio ambiente”. (Jaramillo y Zapata, 2008. p. 125)

Con respecto a la generación de residuos aprovechables y no aprovechables, es importante resaltar que en el informe de 2020 elaborado por la empresa de servicios

públicas mencionada, indica que en promedio el 51% de los tenedores de espacio generan residuos aprovechables, el 49% corresponde a los no aprovechables. Estos porcentajes de participación conlleva a cuestionar por qué los tenedores que son considerados como no aprovechables tienen una participación tan considerable y que poder hacer para disminuir su nivel de representación.

Refiriéndonos a las actividades por parte de la empresa de servicios públicos de aseo para el manejo de residuos se aplica el proceso de separación en la fuente, la cual se realiza acorde a la codificación por colores asignado a cada clasificación de material; por lo que el tenedor de espacio realiza el proceso de separación y presentación de los residuos para su recolección a través de las 8 corrientes (ver diagrama - Corriente de residuos) con una posterior consolidación en los sitios de almacenamiento temporal CATR, luego son trasladados a la Estación de Clasificación y Aprovechamiento ECA, donde serán clasificados, pesados y almacenados los residuos aprovechables y no aprovechables.

**Figura 13**

*Corrientes de residuos / Operación aeropuerto Interaseo*



**Nota:** Informe Interaseo. Caracterización física de los residuos sólidos, 2020.

La empresa de servicios públicos presenta anualmente a OPAIN un informe de gestión sobre la caracterización de los residuos sólidos que fueron generados, administrados y debidamente procesados en el periodo anterior.

Según este último informe en el cual se evaluó una muestra de la operación para un promedio de 680 tenedores se tomó el 50% como muestra, para evaluar las corrientes anteriormente mencionadas, identificando así los principales grupos por actividad y la clasificación de residuos sólidos:

- Servicios de oficina
- Bebidas y alimentos
- Carga
- FOD: Foreign object damage
- Puntos ecológicos
- RVN ; Residuos de vuelos nacionales

Para efectos del desarrollo de este objetivo se considerará como grupo de enfoque los resultados obtenidos para las áreas de carga, FOD (objetos extraños), y residuos de vuelos nacionales.

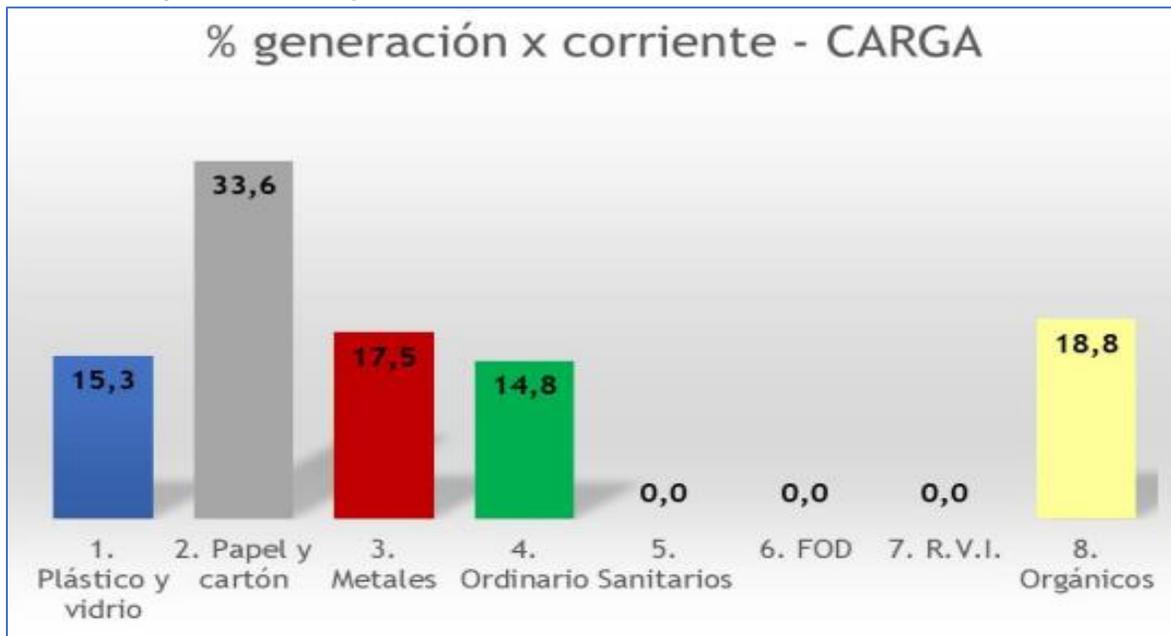
Grupo carga:

En la etapa de recolección el grupo denominado carga presentó una cantidad considerable de residuos que, de acuerdo con el estudio en su mayoría fueron plástico y vidrio (corriente 1) con un 56.7%, seguido por los residuos ordinarios (corriente 4) 31.7% y por último residuos de papel y cartón (corriente 2) con el 11.7% del total de residuos sólidos. (Interaseo, El estudio 2020 p. 25).

Dentro de la etapa de análisis de los residuos (revisión física) de la caracterización se encontró que acorde a la naturaleza de estos, había residuos pertenecientes a otras corrientes, tales como metales (Corriente 3) y orgánicos (Corriente 8).

Una vez reclasificados los residuos en las cinco corrientes mencionadas anteriormente, en el reporte se determinó el porcentaje de partición de las corrientes de la siguiente manera:

**Figura 14**  
**Porcentaje de residuos por corriente**



**Nota:** Caracterización física de residuos sólidos - Interaseo Aeropuerto SAS ESP, 2019

Adicionalmente a las corrientes revisadas anteriormente se encontró que en este grupo hay volúmenes importantes de madera debido a la naturaleza de las operaciones logísticas que se desarrollan específicamente en las terminales de carga, por ejemplo, el manejo de estibas, guacales, cajas, entre otros. Este material no se encuentra clasificado dentro de las corrientes de clasificación de residuos, debido a que es un material que tiene un proceso especial para su reciclaje y aprovechamiento

- 10 Grupo Objetos Extraños

En la caracterización de residuos hecha a este grupo, se encontró que el 31,9% de los residuos FOD, corresponde a plásticos (corriente 1), el 24,3% corresponde a cartón (corriente 2) y un 24% a metales no ferrosos (Interaseo, El estudio 2020).

Cabe mencionar que, de acuerdo con los hallazgos del reporte en cuestión, los residuos de FOD (objetos extraños) contienen una variedad de materiales susceptibles de clasificación en otras corrientes, lo que retrasa el manejo, clasificación y reutilización de estos residuos.

- 11 Grupo Vuelos Nacionales

La clasificación de residuos determina que el 49,3% corresponde a residuos de plástico y vidrio, le sigue en mayores proporciones un 17,8% papel y cartón, un 16,9% en ordinarios, 13,1% residuos orgánicos, 2,4 metales y finalmente 0,5% son residuos sanitarios cartón. (Interaseo, El estudio 2020).

**Tabla 9**

*Consolidado de caracterizaciones - tenedores de espacio aeropuerto EL Dorado*

Clasificación de residuos sólidos	Peso total caracterización x tipo de material (Kg)	% clasificación total
Papel	154,3	8,0
Cartón	401,8	20,7
Plástico	394,4	20,3
Vidrio	274,1	14,1
Metales no ferrosos	36,5	1,9
Metales ferrosos.	5,3	0,3
Madera	9,8	0,5
Higiénicos	21,1	1,1
Orgánico	125,4	6,5
Ordinarios	454,8	23,4
Otros	62,2	3,2
<b>Total fracción caracterizada</b>	<b>1939,7</b>	<b>100</b>

**Nota:** Listado de clasificación de los residuos sólidos según estudio Interaseo, El estudio 2020

Adicional al estudio realizado por Interaseo, el aeropuerto genera periódicamente reportes de incidentes en operación, los cuales son realizados por los inspectores encargados, donde se reportan aquellos residuos líquidos y sólidos que pueden representar un impacto negativo en la operación de plataforma, la función de estos inspectores es evitar cualquier incidente y reportarlo. En la Tabla 9 se muestra el reporte para el año 2020:

**Tabla 10***Informe de generación de residuos en plataforma*

<b>IRREGULARIDAD</b>	<b>NOMBRE SUSTANCIA</b>	<b>Total</b>
<b>CONTAMINACIÓN</b>	ACEITE HIDRAULICO	22
	ACPM	13
	FLUIDO HIDRÁULICO	1
	GASOLINA	1
	JET A1	7
<b>SUBTOTAL CONTAMINACIÓN</b>		<b>44</b>
<b>DERRAME</b>	JET A1	2
<b>SUBTOTAL DERRAME</b>		<b>2</b>
<b>MAL MANEJO DE RESIDUOS</b>	CESPED	1
	COBIJAS Y PLASTICOS	14
	ESTIBAS Y PLASTICOS	14
	LATAS DE ACEITE	1
	LIXIVIADOS	1
	PLASTICOS	11
	PRECINTOS	1
	RESIDUOS DE VUELO	16
	RESPEL	2
	REVISTAS	3
<b>SUBTOTAL MAL MANEJO DE RESIDUOS</b>		<b>64</b>
<b>TOTAL</b>		<b>110</b>

**Nota:** Reporte de irregularidades que se presentante en las operaciones de plataforma de operaciones OPAIN 2021

### **8.2.2 Caracterización residuos sólidos y líquidos**

De acuerdo a los informes anteriormente mencionados y a los residuos debidamente listados en las tablas 9 y 10 , que se identificaron dentro de estos, se procede a estructurar la caracterización por medio de una tabla ordenada describiendo uno a uno los residuos, su composición y de qué forma hacen parte dentro de la operación en la plataforma, así:

**Tabla 11**

**Matriz de Riesgos Papel y Cartón**

CORRIENTE	RESIDUO	CARACTERISTICA	USO	CARGA	FOD Foreign objetc Damage	RVN Residuos Vuelos Nacionales
Papel	Papel	Delgada lamina de pulpa de celulosa blanqueada, secada y endurecida para diferentes usos.	Papel de oficina, remisiones, facturas, guias, cartas, sobres, etc		X	X
	Papel estucado (revista)	Delgada lamina de pulpa de celulosa blanqueada, secada y endurecida, con sustancias como polipropileno o polietileno añadido.	Usado en presentación de revistas para uso de entretenimiento e informacion dentro del aereopuerto y durante los vuelos.	X	X	X
Carton	Carton	Material formado por varias capas de papel superpuestas a base de fibra virgen o papel reciclado.	Embalaje y empaque de productos.	X	X	X
	Carton polyboard	Carton polilaminado para la fabricación, cajas, productos de empaque, el Polyboard posee un tratamiento que hace que el papel tenga resistencia e impermeabilidad a los líquidos.	Principalmente empaque para presentacion, conservacion y disposicion de alimentos para el consumo	X	X	X
	Corrugado	El cartón corrugado, también conocido como cartón ondulado, es una de las principales materias primas para la fabricación de cajas, envases y embalajes, interviniendo en la mayoría de las cadenas de producción y distribución a nivel mundial. En su formato básico, el cartón corrugado está compuesto por una primera capa de papel liso, una segunda capa de papel ondulado y una tercera de carácter también liso.	Presentación de cajas para el empaque y embalaje de productos acorde a su unidad de manejo	X	X	X
	Kraf	Conocido como papel de estraza, es un papel obtenido a partir de pulpa de fibra de madera.	Embalaje productos congelados, helados, mantequilla, cosméticos, jugos, cartones para la leche y toda clase de alimentos aceitosos y húmedos. Además, se utiliza también en platos, vasos y bandejas.	X	X	X

Nota. Caracterización de los tipos de residuos y su respectivo uso.

**Tabla 12**

**Matriz de Riesgos plástico**

CORRIENTE	RESIDUO	CARACTERISTICA	USO	CARGA	FOD Foreign object Damage	RVN Residuos Vuelos Nacionales
Plastico	PET - Tereftarato de polietileno (1)	El PET es un poliéster aromático. Su denominación técnica es polietilén tereftalato o politereftalato de etileno y forma parte del grupo de los termoplásticos, razón por la cual es posible reciclarlo. PET: Este avanzado polímero ofrece alta prestaciones térmicas, mecánicas y eléctricas. Es un material especificado como aislante eléctrico/electrónico. La Polieterimida ofrece una elevada resistencia térmica y a sustancias químicas y su temperatura de uso continuo es hasta + 170°C.	Envases para presentación de líquidos en diferentes tamaños, también es usado para la disposición de conservas.	X		X
	PAD - Polietileno de alta densidad (2)	Es el polímero sintético con un mayor volumen de producción en todo el mundo. Es inodoro, insípido y no tóxico. Usado para botellas, envases, juguetes, cascos, envases de cosméticos y alimentos y todo tipo de objetos domésticos.	Envases para productos químicos, mercancías peligrosas y derivados del petróleo. También el PEAD que se destina para hacer film soplado con propiedades de tenacidad y espesor muy fino empleado, por ejemplo, en bolsas para productos frescos. El PEAD se emplea en la fabricación de tuberías de presión así como para tuberías de saneamiento, drenaje y protección de cables.	X	X	
	PVC - Policloruro de Vinilo (3)	El PVC (policloruro de vinilo) es una combinación química de carbono, hidrógeno y cloro. Sus componentes provienen del petróleo bruto (43%) y de la sal (57%). Es el plástico con menos dependencia del petróleo.	Uso en algunos envases, embalajes y manufacturas del plástico	X		X

Nota. Caracterización de los tipos de residuos y su respectivo uso.

Tabla 13

**Matriz de Riesgos plástico**

CORRIENTE	RESIDUO	CARACTERISTICA	USO	CARGA	FOD Foreing objetc Damage	RVN Residuos Vuelos Nacionales
Plastico	PEBD - Polietileno de baja densidad (4)	Se conoce como a un polímero termoplástico de la familia de los olefínicos, formado por múltiples unidades de etileno. También es frecuente verlo nombrar por sus siglas en español (PEBD, o polietileno de baja densidad) y en inglés (LDPE, o Low Density Polyethylene)  El PEBD o LDPE es un polímero termoplástico. Esto quiere decir que a temperaturas altas se vuelve flexible o maleable, derritiéndose cuando se calienta y endureciéndose al enfriarse.	El PEBD se emplea para la fabricación de films para envases y embalajes, desde film retráctil, film industrial, laminación, envasado de alimentos y sacos; también se emplea en la fabricación de cubiertas para cables de telecomunicación y energía.			X
	Polipropileno	El Polipropileno es un termoplástico que es obtenido por la polimerización del propileno, subproducto gaseoso de la refinación del petróleo. Todo esto desarrollado en presencia de un catalizador, bajo un cuidadoso control de temperatura y presión. El Polipropileno se puede clasificar en tres tipos (homopolímero, copolímero rándom y copolímero de alto impacto), los cuales pueden ser modificados y adaptados para determinados usos.	Uso en botellas ecológicas, embalajes, juguetes, bolsas, piezas del automóvil, alfombras, recipientes para alimentos y medicinas.	X	X	X
	PS - Poliestireno (icopor, vaso cristal (6)	El poliestireno es un plástico versátil usado para fabricar una amplia variedad de productos de consumo. Dado que es un plástico duro y sólido, se usa frecuentemente en productos que requieren transparencia, tales como envases de alimentos y equipos de laboratorio. El poliestireno también se fabrica en forma de material espumoso llamado poliestireno expandido (EPS) o poliestireno extruido (XPS), valorado por sus propiedades de aislamiento y acolchado.	Uso en envases: platos, vasos y cubiertos, vajijas para productos cárnicos. Fabricación de envases mediante extrusión-termoformado Fabricación de objetos diversos mediante moldeo por inyección.			X
	BOPP - Polipropileno biorientado - Galletas, chocolate	El polipropileno biorientado, más conocido como BOPP, se ha convertido en el film más requerido por la industria de envases flexibles y está ganando terreno al plástico rígido dada su versatilidad, economía y sustentabilidad.  Es una película de polipropileno con un revestimiento que permite que sea termosellado. Su característica principal es la barrera de protección que ofrece para evitar la entrada o salida de humedad.	Presentacion para venta de productos que requieren ciertas condiciones de ambiente y comercialización para su conservación.			

**Nota.** Caracterización de los tipos de residuos y su respectivo uso.

**Tabla 14**

**Matriz de Riesgos vidrio, Metales ferrosos y metales no ferrosos**

CORRIENTE	RESIDUO	CARACTERISTICA	USO	CARGA	FOD Foreing objetc Damage	RVN Residuos Vuelos Nacionales
Vidrio	Vidrio transparente	El vidrio es un material totalmente inorgánico duro pero a su vez muy frágil. Puede ser transparente, o bien disponer de una gama de tonalidades variadas que dependen de la composición química con la que haya sido fundido.	Principalmente es usado en la presentación de productos líquidos. Adicionalmente en algunas otras manufacturas de vidrio			X
	Vidrio Ámbar	Vidrio ambar: El vidrio es un material obtenido por la fusión de compuestos inorgánicos a altas temperaturas, y el enfriamiento de la masa resultante hasta un estado rígido, no cristalino. Botellas, potes, frascos y otros envases fabricados con vidrio común en colores blanco, ámbar y verde.	Presentación para envase en botellas, potes, frascos y otros envases fabricados con vidrio común en colores blanco, ámbar y verde.			X
Metales ferrosos		Los metales ferrosos se definen como aquellos metales que contiene hierro. Los metales no ferrosos no lo tienen. El atributo distintivo del hierro es que es denso, fuerte cuando se mezcla con carbono, abundante y fácil de refinar, altamente susceptible a la corrosión y magnético.	Partes fabricadas en hierro en diferentes presentaciones	X	X	X
Metales no ferrosos	Aluminio	El aluminio puro es blando y tiene poca resistencia mecánica, pero puede formar aleaciones con otros elementos para aumentar su resistencia y adquirir varias propiedades útiles. Las aleaciones de aluminio son ligeras, fuertes, y de fácil formación para muchos procesos de metalistería; son fáciles de ensamblar, fundir o maquinar y aceptan gran variedad de acabados. Por sus propiedades físicas, químicas y metalúrgicas, el aluminio se ha convertido en el metal no ferroso de mayor uso.	Usos: se usa en la construcción de aviones, vagones ferroviarios, automóviles, cascos de barcos, en arquitectura, envolturas flexibles, etc.	X		X

**Nota.** Caracterización de los tipos de residuos y su respectivo uso.

**Tabla 15**  
**Matriz de Riesgos organico y otros**

CORRIENTE	RESIDUO	CARACTERISTICA	USO	CARGA	FOD Foreing objetc Damage	RVN Residuos Vuelos Nacionales
Organico	Residuos de alimentos	El desperdicio o la pérdida de alimentos son alimentos que no se comen. Las causas del desperdicio o pérdida de alimentos son numerosas y ocurren en todo el sistema alimentario, durante la producción, procesamiento, distribución, venta al por menor y consumo	Residuos de alimentos en vuelos, en las zonas de restaurantes y comerciales del aeropuerto.	X		X
Otros	Textiles	Textiles: Un tejido, en tanto, es un material que se confecciona tejiendo: es decir, entrelazando hilos (hebras o filamentos muy finos). Un material textil, en este marco, puede ser tejido o reducido a hilos.  Se llama fibra textil a aquella formada por un conjunto de filamentos que pueden constituir hilos, los cuales a su vez pueden ser tejidos. Existen las fibras textiles sintéticas, artificiales y de origen natural.  Sus materias primas son fibras naturales como la lana y el algodón o química	Principalmente como residuo de vuelos en la presentación de cobijas y/o restos de prendas de vestir abandonadas. También pueden ser considerados los materiales que tengan la calidad de textiles que sean utilizados en la operación.	X		
	Lona	Sustantivo femenino. Este vocabulario se refiere a una tela o tejido robusto, fuerte elaborado a base de cáñamo o algodón, para vela de navío o barco, tienda de campaña, toldo y otros usos análogos.  La tela de lona estampada por metros se compone normalmente de algodón o lino. Sin embargo, otras fibras como el cáñamo, yute, poliéster, nailon y otras mezclas comunes para crear este tejido.	Principalmente como residuo de la operación en plataforma que involucre este tipo de textiles. También lo encontramos en las fabricaciones de equipajes, morrales, maletas y sus aplicaciones.		X	
	Cauchos	Se trata de un polímero con propiedades elásticas, es decir, puede deformarse considerablemente y volver a la forma inicial al cesar la carga a la que está sometido. Puede ser producido sintéticamente o con el látex obtenido de diversas plantas tropicales. Tras coagular, forma una masa impermeable y muy elástica con multitud de aplicaciones industriales como la fabricación de neumáticos o artículos impermeables y aislantes.	Presentación de las manufacturas propias del caucho, cintas aislantes, cintas adhesivas, mangueras, neumáticos, sellos, y otras aplicaciones.	X	X	X

**Nota.** Caracterización de los tipos de residuos y su respectivo uso.

**Tabla 16**

*Matriz de Riesgos ordinarios, madera*

CORRIENTE	RESIDUO	CARACTERISTICA	USO	CARGA	FOD Foreing objetc Damage	RVN Residuos Vuelos Nacionales
Ordinarios	Ordinarios			X		
Madera	Madera	Se denomina madera a aquella parte más sólida y fibrosa de los árboles y que se ubica debajo de su corteza. Cabe destacarse que la madera se caracteriza por la diversa elasticidad que dispone, la cual estará en estrecha relación a la dirección de deformación que presente, y asimismo sus condiciones variarán en función del tipo de árbol que proviene.	Principamente tenemos las estibas de madera, guacales y los embalajes que utilizan la madera para su movilización.			
Plataforma	Aceite Hidraulico	Los aceites hidráulicos son lubricantes elaborados a partir de una base que, por lo general, es mineral y una serie de aditivos convirtiéndolo en el aceite apropiado según la tarea, las condiciones y el ámbito en cual se van a desempeñar. Su principal función es transmitir la energía hidráulica que se genera dentro de un motor (bomba) al resto de los componentes del sistema hidráulico. Transforman, transmiten y controlan el esfuerzo mecánico dependiendo de la variación de presión o de flujo. Además de su función principal, cumple con las tareas de la mayoría de los lubricantes: disipan el calor, brindan protección anticorrosiva, lubrican, enfrían y limpian las partes del sistema hidráulico.	Engrase de piezas del sistema hidraulico de equipos y automoviles que son utilizados en la operacion del aeropuerto como Vehiculos, rampas, sistemas de trasnporte, entre otros.			

**Nota.** Caracterización de los tipos de residuos y su respectivo uso

Tabla 17

**Matriz de Riesgos en plataforma**

CORRIENTE	RESIDUO	CARACTERISTICA	USO	CARGA	FOD Foreing objetc Damage	RVN Residuos Vuelos Nacionales
Plataforma	ACPM	Se conoce como ACPM al gasóleo que se extrae a partir del petróleo. Es decir, que el ACPM, sigla usada para nombrar el Aceite Combustible Para Motores, no es otra cosa que el denominado petrodiesel. Químicamente, este combustible está constituido por una mezcla de hidrocarburos, la cual se obtiene a través de la destilación del petróleo, la cual se realiza de forma fraccionada y a una presión atmosférica que puede variar entre 250 °C y 350 °C. Entre otras de sus características, las industrias petroquímicas señalan que el biodiesel o ACPM resulta muchísimo más económico de producir que la gasolina, precisamente porque su proceso de refinamiento suele ser mucho más sencillo.	Usado en equipos automotores que requieren combustible para su respectivo funcionamiento. Paymovers, Dorties, conveyors, tractores, plantras y vehiculos de soporte.			
	Fluido hidraulico	Fluidos hidráulicos son un grupo grande de líquidos compuestos de muchos tipos de sustancias químicas. Son usados en transmisiones automáticas de automóviles, frenos y servodirección; vehículos para levantar cargas; tractores; niveladoras; maquinaria industrial; y aviones. Los tres tipos de fluidos hidráulicos más comunes son aceite mineral, éster de organofosfato, y polialfaolefina. Ciertos fluidos hidráulicos tienen un aroma aceitoso suave, mientras otros no tienen olor; algunos pueden incendiarse en tanto otros no. Algunos fluidos hidráulicos son producidos de petróleo crudo y otros son manufacturados.	Usado en equipos automotores que requieren combustible para su respectivo funcionamiento. Paymovers, Dorties, conveyors, tractores, plantras y vehiculos de soporte.			
	Gasolina	La gasolina es una combinación de varios hidrocarburos líquidos, volátiles e inflamables, es decir, compuestos orgánicos formados solo por carbono e hidrógeno, obtenida por destilación fraccionada del petróleo a la que se le añaden aditivos para mejorar sus propiedades, es utilizada ampliamente como combustible en motores de combustión interna. La gasolina se obtiene a partir del petróleo. Este es una mezcla de diversos hidrocarburos, cicloalcanos, es decir, hidrocarburos unidos en forma de anillos y de hidrocarburos aromáticos. El petróleo crudo, en su gran mayoría, es sometido a destilaciones fraccionadas de las que se pueden obtener unas fracciones según sus puntos de ebullición, como los asfaltos, aceites, gasóleo, queroseno, la gasolina.	Usado en equipos automotores que requieren combustible para su respectivo funcionamiento. Tractores principalmente usan este tipo de combustible.			
	JETA1	Combustible exclusivamente para uso aeronáutico para aviones a turbinas. Este producto es además el combustible para turbinas más usado en el mundo. Jet-A1 es elaborado para cumplir las exigentes propiedades requeridas para un óptimo funcionamiento de las turbinas de aviación. El combustible Jet A1 es un derivado del petróleo utilizado como combustible para aviones con turbinas tipo propulsión o Jet. El Jet A1 es una mezcla de hidrocarburos (Hidrogeno y Carbono) la cual es tratada químicamente para eliminar los compuestos azufrados con comportamientos corrosivos.	Principalmente en aeronaves y aviones alimentados por motores de turbina de gas.			
	Cobijas	Nombre para una prenda textil de abrigo usada para proteger del frío, y en especial para arroparse mientras se duerme. Por lo general se fabrican con forma alargada y rectangular. Cualquier cosa rectangular cuya función sea proteger del frío y arroparse mientras se duerme puede ser llamado frazada como una sábana o cualquier otro tipo de tela.	Las cobijas estan disponibles para uso de los pasajeros dentro de las comodidades que la aereolínea ofrece a sus clientes.			

**Nota.** Caracterización de los tipos de residuos y su respectivo uso

**Tabla 18**

**Matriz de Riesgos en plataforma**

CORRIENTE	RESIDUO	CARACTERISTICA	USO	CARGA	FOD Foreign object Damage	RVN Residuos Vuelos Nacionales
Plataforma	Plástico (Vinipel)	El Vinipel o "Film stretch" como también es conocido, es una película paletizable, comúnmente hecha de polietileno lineal de baja densidad (LLDPE); especial para envolver y agrupar artículos. La fuerza elástica mantiene los productos bien unidos, facilitando su almacenamiento o transporte.	Principalmente es usado en las actividades logisticas relacionadas a la carga como material de embalaje que ayuda a mantener, consolidar y proteger los elementos de manipulacion.			
	Estibas	Estiba, pallet, paleta, son varios los términos para referirse a este soporte o plataforma de tablas para apilar la carga. Las estibas son armazones rígidos sobre los que se coloca la mercancía distribuida de forma homogénea en altura y superficie que abarcará sobre la estiba. Las estibas, y en consecuencia la carga, serán transportados de un lado a otro de la estantería o el almacén mediante montacargas.	Para su facilidad de consolidacion las cargas son presentadas en pallets que facilitan el movimiento tanto en los vehiculos como en los cargues y descargues en los terminales de carga.			
	Latas de aceite	Las latas están realizadas en lata (acero dulce) recubierto con un estrato de estaño que tiene la función de proteger los alimentos de las alteraciones químicas. Este material es el más utilizado en todo el mundo para el envasado de enlatados, para conservar alimentos, ya que el metal usado es inerte y atóxico. Es utilizado para las conservas y semiconservas alimenticias y garantiza la perfecta conservación de alimentos como: carne en gelatina, pescados en aceite, sopas, etc. durante largos periodos, porque la lata está recubierta con pinturas naturales. Este tipo de envases puede sufrir corrosión, si se exponen a agentes atmosféricos o productos muy agresivos.	Son resultantes como residuos de la operacion de matenimiento de equipos automotores. Paymovers, Dorties, conveyors, tractores, plantas y vehiculos de soporte.			
	Precintos	Ligadura o señal sellada con que se cierran cajones, baúles, fardos, paquetes, legajos, puertas, cajas fuertes, etc., con el fin de que no se abran sino cuando y por quien corresponda legalmente.	Dentro de la operacion logistica es utilizado como material de seguridad, su objetivo es permitir a la autoridad aduanera controlar la seguridad de las mercancías contenidas dentro de una unidad de carga o de transporte.			
	Residuos peligrosos	Un residuo o desecho peligroso es aquel que, por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables, infecciosas o radioactivas, puede causar algún riesgo o daño para la salud humana y el ambiente, cuando es inadecuadamente manejado.	Resultantes como residuo en las operaciones propias de las plataformas y la manipulacion de equipos y sustancias que deben ser utilizadas en el dia a dia.			
	Revistas	Publicacion grafica compuesta de papel con sustancias como polipropileno o polietileno añadido. Su base de papel consiste en una delgada lamina de pulpa de celulosa blanqueada, secada y endurecida para diferentes usos.	Usado en presentación de revistas para uso de entretenimiento e informacion dentro del aereopuerto y durante los vuelos.			

**Nota.** Caracterización de los tipos de residuos y su respectivo uso

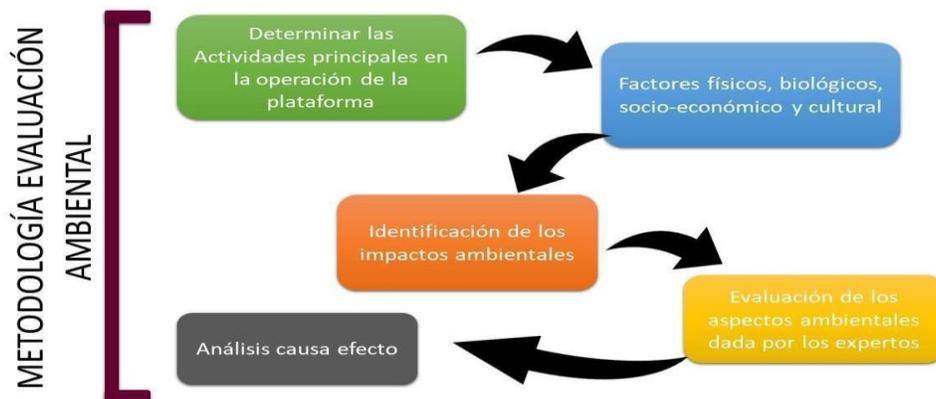
### 8.2.3 Evaluación de impactos

A través de estimar la importancia de un impacto ambiental para la operación en plataforma, se puede entender más fácilmente el significado del problema. Un análisis detallado de los efectos ambientales de la operación en plataforma debe realizarse, de preferencia, soportados en una evaluación de medición de impactos, de esta forma se requiere que los criterios para elegir esta herramienta se basen principalmente en que:

- Sean pertinentes a las tareas por realizar como la identificación de impactos o la comparación de opciones.
- Ser lo suficientemente independientes de los puntos de vista personales del equipo evaluador y sus sesgos.
- Claridad en la exposición de la información.
- Posibilidad de realizar comparaciones entre los distintos resultados obtenidos.
- Oportunidad de "objetivizar" la medición de los impactos a través de una clara definición de estos.

Para el correcto análisis se aplicará la metodología enunciada en la figura 18 donde se muestra el proceso empleado para la identificación y evaluación de los impactos ambientales a ser validados:

**Figura 15**  
*Metodología Evaluación ambiental*



**Nota:** paso a paso del método de evaluación ambiental

Para la identificación de impactos de los residuos en plataforma se tiene en cuenta la influencia definida en el planteamiento del problema del presente estudio y las principales actividades que se desarrollan en las operaciones de plataforma.

En primer lugar, se elaboró el listado de a las operaciones que suceden en la plataforma, abordando cada una de ellas y a su vez se identifican los posibles impactos generados por la actividad en los diferentes medios (físico, biótico y socioeconómico), sea de manera positiva o negativa.

**Tabla 19**

*Actividades en plataforma*

	ACTIVIDAD
OPERACIONES EN PLATAFORMA	1. Carga y descarga de equipaje, carga, correo
	2. Suministro de Catering
	3. Lavado de Aeronaves
	4. Drenaje aguas Azules
	5. Suministro Agua Potable
	6. Abastecimiento de Combustible
	7. Estacionamiento y Remolque de Aeronaves
	8. Mantenimiento en Línea de Aeronaves

**Nota:** Listado de las actividades que se dan en el proceso de plataforma

**Tabla 20**

*Aspectos e Impactos Ambientales*

ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL
Generación de Residuos	Alteración de las propiedades del suelo
Uso y consumo de energía	Agotamiento de recursos naturales
Generación de gases y vapores	Contaminación del aire por gases y vapores
Generación de residuos sólidos	Contaminación del espacio físico
Generación de material particulado	Contaminación del aire por material particulado
Generación de Residuos Peligrosos	
Uso y consumo de sustancias peligrosas	
Uso y consumo de Agua	
Generación de derrames	

**Nota:** Listado de los aspectos ambientales y su impacto en el sistema

Para la identificación de impactos se utiliza una matriz causa efecto en donde se identifican los potenciales impactos, así como el carácter positivo o negativo. Por su parte

la calificación de impactos, tanto en forma cualitativa como cuantitativa, se emplea la metodología propuesta por Vicente Conesa Fernández 1997, la cual se describe a continuación:

a. Matriz de Impactos:

es del tipo causa-efecto, consiste en un cuadro de doble entrada en cuyas columnas, figuran las acciones impactantes y dispuestas en filas, los factores medioambientales susceptibles de recibir impactos, de esta forma se considerará las actividades y los aspectos e impactos ambientales listados.

Esta matriz nos permite identificar, prevenir y comunicar los efectos del proyecto en el medio, para posteriormente, obtener una valoración de estos (matriz de importancia).

b. Matriz de Impactos

nos permitirá obtener una valoración cualitativa al nivel requerido para la manifestación de impacto ambiental. Cada casilla de cruce en la matriz o elemento tipo nos dará una idea del efecto de cada acción impactante sobre cada factor ambiental impactado. Al ir determinando la importancia del impacto, de cada elemento tipo, en base al algoritmo que se describe a continuación, se está construyendo la matriz de importancia. En esta matriz se mide el impacto en base al grado de manifestación cualitativa del efecto que quedará reflejado en lo que se define como importancia del impacto.

c. La importancia del impacto

Es el índice mediante el cual medimos cualitativamente el impacto ambiental, en función, tanto del grado de incidencia o intensidad de la alteración producida, como de la caracterización del efecto, que responde a su vez a una serie de atributos de tipo cualitativo, tales como extensión, tipo de efecto, plazo de manifestación, persistencia, reversibilidad, recuperabilidad, sinergia, acumulación y periodicidad.

Una vez identificadas las acciones y los factores (impactos) del medio, que se afectaran, se procede a valorar cualitativamente cada uno de los siguientes criterios, con el fin de determinar la importancia del impacto.

Donde:

II = importancia del impacto

I = intensidad (grado de destrucción)

EX = extensión (área de influencia)

MO = momento (plazo de manifestación)

PE = persistencia (permanencia del efecto)

RV = reversibilidad (capacidad de recuperación por medios naturales)

SI = sinergia (regularidad de la manifestación)

AC = acumulación (incremento progresivo)

EF = efecto (relación causa-efecto)

PR = periodicidad (regularidad de la manifestación)

xREC = recuperabilidad (reconstrucción por medios humanos)

Una vez ingresadas las calificaciones para los anteriores criterios se obtiene el puntaje en una escala de 0 a 100, que determina el nivel de importancia considerando la siguiente fórmula.

$$\text{IMPORTANCIA (I)} = \pm \text{CA (3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+RP)}$$

La importancia de un impacto está determinada por la combinación de los criterios de calificación anteriormente descritos. Dicha importancia depende de la extensión del impacto, su intensidad, su persistencia, el efecto, etc. Razón por la cual se define la importancia como el resultado de la suma de todos los criterios evaluados para cada impacto, excepto la intensidad que se multiplicaría por tres (3) y la extensión por dos (2); debido a que estos dos criterios, son relevantes en la determinación de la importancia de un impacto. La importancia del impacto permite priorizar los impactos y así determinar las acciones de manejo ambiental requeridas. De acuerdo con su calificación la importancia puede darse de forma negativa o positiva de acuerdo con la naturaleza del impacto.

Los impactos positivos dentro de la matriz modificada de Vicente Conesa Fernández 1997 son aquellos que benefician los aspectos relacionados con el estudio de la operación y generación de residuos. De acuerdo con su calificación se determinan tres niveles de impacto, donde muy importante con calificación mayor a 50 son los impactos que son admitidos como tal por la comunidad y por la población, en el contexto de un análisis completo de los costos y beneficios genéricos, son positivos justificados en un uso y reúso de los residuos por medio de los procesos que generan empleo.

CARÁCTER POSITIVO	
0 >= Im > 25	NO IMPORTANTE
25 >= Im > 50	IMPORTANTE
50 >	MUY IMPORTANTE

Por otra parte, los aspectos negativos dentro de la matriz, una vez identificados son objeto de las acciones en mejora de la operación en plataforma para tener el mínimo de generación de residuos y por ende su impacto y cómo afecta la generación de Residuo y se traduce en pérdida de valor naturalístico, estético- cultural, paisajístico de productividad ecológica o en aumento de los perjuicios derivados de la operación en plataforma. Los costos de no reúso o revalorización del residuo se ve reflejado en los sobrecostos.

CARÁCTER NEGATIVO	
0 >= Im > 25	IRRELEVANTE
25 >= Im > 50	MODERADO
50 >= Im > 75	SEVERO
75 >= Im	CRÍTICO

### c. Evaluación de los aspectos Ambientales

Una vez realizados los pasos de las etapas iniciales planteadas en la metodología, se procede a la evaluación del impacto para las actividades listadas. En la etapa de evaluación se cuenta con la calificación de dos expertos involucrados en la operación del Aeropuerto y una tercera evaluación por parte del estudiante de maestría, de esta forma tenemos a:

Experto número uno: Nidia Maria del Rosario Reina, del equipo de apoyo del proyecto con experiencia de más de 6 años, en la operación de plataforma

Experto número dos: Miller Gonzalez quien actualmente se desempeña como Inspector de Plataforma Senior para la empresa OPAIN

Tercera Evaluación: Estudiante de maestría como autor del proyectador.

d. Matriz de resultados

Consolidadas las calificaciones desde los tres roles mencionados anteriormente, se procede a validar el resultado de la importancia dada por los evaluadores, con esta información y acorde a la metodología de la matriz modificada de Vicente Conesa, prosigue hacer el análisis de convergencia. A continuación, los resultados generales encontrados:

**Tabla 21**  
*Matriz modificada de Vicente Conesa evaluación expertos*

ACTIVIDAD	ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	CALIFICACIÓN PROMEDIO	IMPORTANCIA (I) negativo	RELEVANCIA DEL IMPACTO	CALIFICACIÓN PROMEDIO	IMPORTANCIA (I) negativo	RELEVANCIA DEL IMPACTO	CALIFICACIÓN PROMEDIO	IMPORTANCIA (I) negativo	RELEVANCIA DEL IMPACTO	CALIFICACIÓN PROMEDIO ESTUDIANTE & EXPERTOS	CALIFICACIÓN PROMEDIO EXPERTOS	CALIFICACIÓN DEFINITIVA
1. Carga y descarga de equipaje, carga, correo	Generación de Residuos	Alteración de las propiedades del suelo	63,40	74	SEVERO	64,2	65	SEVERO	58,80	70	SEVERO	62,13	61,50	SEVERO
	Uso y consumo de energía	Agotamiento de recursos naturales		56	SEVERO		70	SEVERO		42	MODERADO			
	Generación de gases y vapores	Contaminación del aire por gases y vapores		47	MODERADO		60	SEVERO		72	SEVERO			
	Generación de residuos sólidos	Contaminación del espacio físico		70	SEVERO		66	SEVERO		68	SEVERO			
	Generación de material particulado	Contaminación del aire por material particulado		70	SEVERO		60	SEVERO		42	MODERADO			

**Tabla 21. (Continuación)**

ACTIVIDAD	ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	Estudiante			Experto 1			Experto 2			CALIFICACIÓN PROMEDIO ESTUDIANTE & EXPERTOS	CALIFICACIÓN PROMEDIO EXPERTOS	CALIFICACIÓN DEFINITIVA
			CALIFICACIÓN PROMEDIO	IMPORTANCIA (I) negativo	RELEVANCIA DEL IMPACTO	CALIFICACIÓN PROMEDIO	IMPORTANCIA (I) negativo	RELEVANCIA DEL IMPACTO	CALIFICACIÓN PROMEDIO	IMPORTANCIA (I) negativo	RELEVANCIA DEL IMPACTO			
2. Suministro de Catering	Uso y consumo de energía	Agotamiento de recursos naturales	61,20	58	SEVERO	52	58	SEVERO	50,40	37	MODERADO	54,53	51,20	SEVERO
	Generación de gases y vapores	Contaminación del aire por gases y vapores		60	SEVERO		48	MODERADO		60	SEVERO			
	Generación de material particulado	Contaminación del aire por material particulado		60	SEVERO		48	MODERADO		42	MODERADO			
	Generación de residuos sólidos	Contaminación del espacio físico		70	SEVERO		53	SEVERO		46	MODERADO			
	Generación de Residuos	Alteración de las propiedades del suelo		58	SEVERO		53	SEVERO		67	SEVERO			
3. Lavado de Aeronaves	Generación de Residuos Peligrosos	Alteración de las propiedades del suelo	69,33	72	SEVERO	67,33	73	SEVERO	75,33	81	CRITICO	70,67	71,33	SEVERO
	Uso y consumo de sustancias peligrosas	Agotamiento de recursos naturales no renovables		74	SEVERO		58	SEVERO		60	SEVERO			
	Uso y consumo de Agua	Agotamiento del recurso hídrico		62	SEVERO		71	SEVERO		85	CRITICO			
4. Drenaje aguas Azules	Uso y consumo de Agua	Agotamiento del recurso hídrico	51,80	44	MODERADO	59,8	83	CRITICO	66,40	85	CRITICO	59,33	63,10	SEVERO
	Uso y consumo de sustancias peligrosas	Agotamiento de recursos naturales no renovables		59	SEVERO		61	SEVERO		89	CRITICO			
	Uso y consumo de energía	Agotamiento de recursos naturales		42	MODERADO		59	SEVERO		38	MODERADO			
	Generación de gases y vapores	Contaminación del aire por gases y vapores		42	MODERADO		48	MODERADO		70	SEVERO			
	Generación de material particulado	Contaminación del aire por material particulado		72	SEVERO		48	MODERADO		50	MODERADO			

**Tabla 21. (Continuación)**

ACTIVIDAD	ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	Estudiante			Experto 1			Experto 2			CALIFICACIÓN PROMEDIO ESTUDIANTE & EXPERTOS	CALIFICACIÓN PROMEDIO EXPERTOS	CALIFICACIÓN DEFINITIVA
			CALIFICACIÓN PROMEDIO	IMPORTANCIA (I) negativo	RELEVANCIA DEL IMPACTO	CALIFICACIÓN PROMEDIO	IMPORTANCIA (I) negativo	RELEVANCIA DEL IMPACTO	CALIFICACIÓN PROMEDIO	IMPORTANCIA (I) negativo	RELEVANCIA DEL IMPACTO			
5. Suministro Agua Potable	Uso y consumo de energía	Agotamiento de recursos naturales	56,50	52	SEVERO	60,25	59	SEVERO	56,50	46	MODERADO	57,75	58,38	SEVERO
	Generación de gases y vapores	Contaminación del aire por gases y vapores		52	SEVERO		46	MODERADO		46	MODERADO			
	Generación de material particulado	Contaminación del aire por material particulado		72	SEVERO		46	MODERADO		36	MODERADO			
	Uso y consumo de Agua	Agotamiento del recurso hídrico		50	MODERADO		90	CRITICO		98	CRITICO			
6. Abastecimiento de Combustible	Generación de olores ofensivos	Contaminación en el aire	57,67	54	SEVERO	75	70	SEVERO	80,33	73	SEVERO	71,00	77,67	CRITICA
	Generación de gases y vapores	Contaminación del aire por gases y vapores		58	SEVERO		79	CRITICO		78	CRITICO			
	Generación de derrames	Alteración de las propiedades del suelo		61	SEVERO		76	CRITICO		90	CRITICO			
7. Estacionamiento y Remolque de Aeronaves	Uso y consumo de energía	Agotamiento de recursos naturales	55,75	39	MODERADO	61,75	70	SEVERO	63,00	58	SEVERO	60,17	62,38	SEVERO
	Generación de derrames	Alteración de las propiedades del suelo		60	SEVERO		62	SEVERO		72	SEVERO			
	Generación de gases y vapores	Contaminación del aire por gases y vapores		52	SEVERO		57	SEVERO		62	SEVERO			
	Generación de material particulado	Contaminación del aire por material particulado		72	SEVERO		58	SEVERO		60	SEVERO			
8. Mantenimiento en Línea de Aeronaves	Uso y consumo de sustancias peligrosas	Agotamiento de recursos naturales no renovables	51,00	46	MODERADO	64,71	71	SEVERO	71,29	73	SEVERO	62,33	68,00	SEVERO
	Generación de olores ofensivos	Contaminación del aire		40	MODERADO		43	MODERADO		51	SEVERO			
	Generación de Residuos Peligrosos	Alteración de las propiedades del suelo		60	SEVERO		75	SEVERO		80	CRITICO			
	Generación de derrames	Alteración de las propiedades del suelo		59	SEVERO		78	CRITICO		84	CRITICO			
	Generación de gases y vapores	Contaminación del aire por gases y vapores		40	MODERADO		58	SEVERO		74	SEVERO			
	Generación de material particulado	Contaminación del aire por material particulado		72	SEVERO		58	SEVERO		72	SEVERO			
	Uso y consumo de energía	Agotamiento de recursos naturales		40	MODERADO		70	SEVERO		65	SEVERO			

Nota. Calificación de la Matriz modificada de Vicente Conesa

Se aplicó una consolidación de promedios para cada actividad, encontrando:

**Tabla 22**

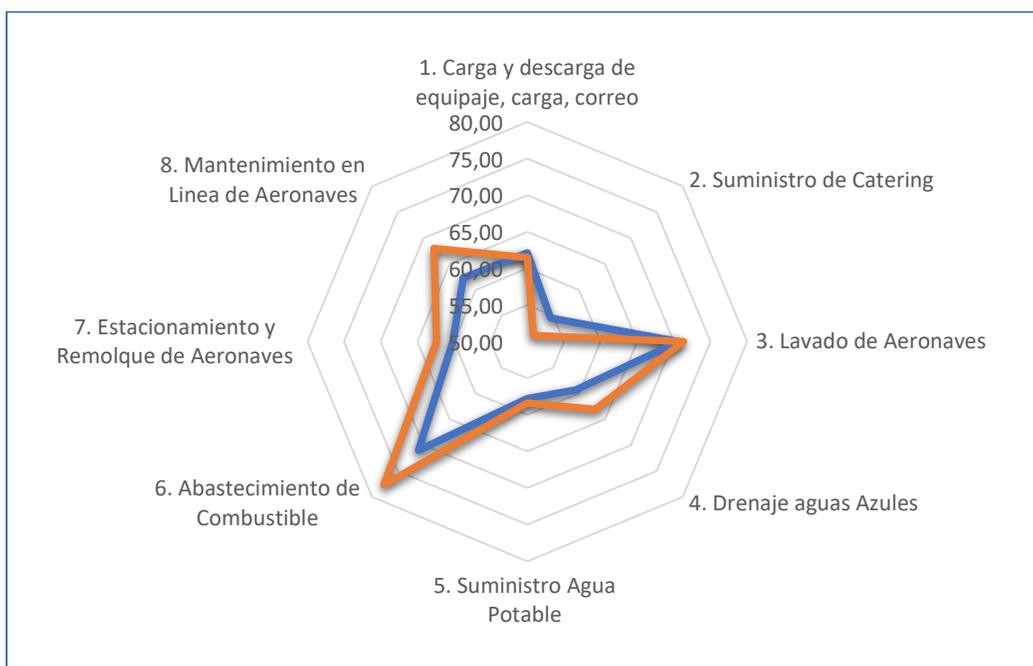
**Resultado consolidado matriz expertos**

	Estudiante	Experto 1	Experto 2	
ACTIVIDAD	CALIFICACIÓN PROMEDIO	CALIFICACIÓN PROMEDIO	CALIFICACIÓN PROMEDIO	CALIFICACIÓN DEFINITIVA
1. Carga y descarga de equipaje, carga, correo	63	64	59	62
2. Suministro de Catering	61	52	50	51
3. Lavado de Aeronaves	69	67	75	71
4. Drenaje aguas Azules	52	60	66	63
5. Suministro Agua Potable	57	60	57	58
6. Abastecimiento de Combustible	58	75	80	78
7. Estacionamiento y Remolque de Aeronaves	56	62	63	62
8. Mantenimiento en Línea de Aeronaves	51	65	71	68

**Nota.** Calificación para cada una de las actividades, los valores en rojo son los que consideran críticos

**Figura 16**

**Actividades por nivel de importancia**



**Nota:** Diagrama con los resultados de la matriz para las actividades analizadas

Hallazgos:

En la figura. 16, se evidencia las actividades calificadas por nivel de importancia así:

Irrelevante: No se encontraron resultados para las actividades relacionadas.

Moderado: No se encontraron resultados para las actividades relacionadas.

Crítico: Una actividad encontrada (1).

ACTIVIDAD	CALIFICACIÓN PROMEDIO EXPERTOS
<b>6. Abastecimiento de Combustible</b>	<b>77,67</b>

Dentro de esta actividad tenemos los impactos ambientales como:

- Generación de olores ofensivos
- Generación de gases y vapores
- Generación de derrames

Donde, la **generación de derrames** fue el impacto con la calificación más alta y se puede concluir que esto obedece a la utilización de equipos de soporte que funcionan con combustible y otras sustancias como las de mantenimiento que pueden presentar un derrame en la operación rutinaria. La consecuencia de este tipo de situaciones genera la alteración de las propiedades del suelo, el coste económico para la recuperación de estos y el tiempo que toma el terreno en recuperar sus propiedades óptimas para el uso del aeropuerto hacen que este tipo de eventos se conviertan en críticos.

Tal como lo indica (Celis, 2009), los derivados de los hidrocarburos generan impactos nocivos en el entorno de la prestación de este servicio, esto se da en la afectación de la calidad de vida y salud de las personas por alteraciones en la calidad del agua debido a las napas generadas en la interacción del agua y el combustible, los focos de contaminación del suelo por el vertido de aguas contaminadas en las estaciones de servicio, la contaminación de aguas subterráneas por causa de filtraciones debido a fisuras en tanques subterráneos, contaminación del aire por los gases tóxicos presentes en el ambiente por causa de vapores.

Así mismo se evidencia con el reporte de incidentes en plataforma que es elaborado por los inspectores de operación donde el rubro de derrame por JET A1 ha presentado eventualidades que corroboran por qué esta actividad está considerada como crítica y de alto riesgo y ante los reportes, el resultado muestra de que están siendo efectivos y muy bien implementados los controles de derrames.

Severa: Se encontraron siete (7) actividades.

**Tabla 23**  
**Calificación promedio por actividad**

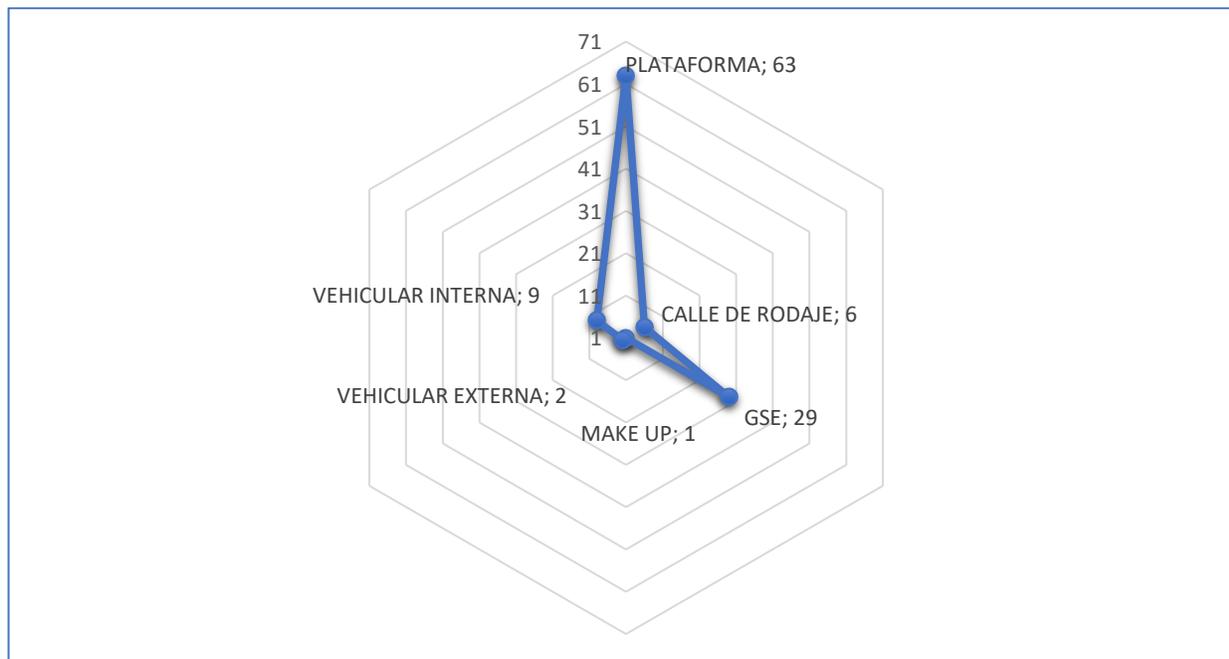
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>CALIFICACIÓN PROMEDIO EXPERTOS</b>
<b>3. Lavado de Aeronaves</b>	<b>71,33</b>
<b>8. Mantenimiento en Línea de Aeronaves</b>	<b>68,00</b>
<b>4. Drenaje aguas Azules</b>	<b>63,10</b>
<b>7. Estacionamiento y Remolque de Aeronaves</b>	<b>62,38</b>
<b>1. Carga y descarga de equipaje, carga, correo</b>	<b>61,50</b>
<b>5. Suministro Agua Potable</b>	<b>58,38</b>
<b>2. Suministro de Catering</b>	<b>51,20</b>

**Nota:** listado de actividades categorizadas como severas de acuerdo con su calificación

Las actividades severas se derivan de forma directa de los impactos críticos encontrados, debido a que comparten aspectos ambientales en el manejo de los insumos y la generación de residuos, esta afirmación está fundamentada en el reporte de incidencias en plataforma, entregada por el equipo de OPAIN donde sustancias tales como, aceites y fluido hidráulico, Jet A1 (combustible para aviones), ACPM, entre otros que son utilizadas en las actividades propias de la operación presentan el mayor número de incidentes.

La figura 17 muestra el reporte de incidentes reportados en la operación de plataforma a causa de la generación de residuos.

**Figura 17**  
**Número de incidentes – Reporte irregularidad portuaria**



Sustancia	Cantidad incidentes	Sustancia	Cantidad incidentes	Sustancia	Cantidad incidentes
ACEITE HIDRAULICO	22	PLASTICOS	11	PRECINTOS	1
RESIDUOS DE VUELO	16	JET A1	9	LATAS DE ACEITE	1
ESTIBAS Y PLASTICOS	14	REVISTAS	3	LIXIVIADOS	1
COBIJAS Y PLASTICOS	14	RESPEL	2	CESPED	1
ACPM	13	GASOLINA	1	FLUIDO HIDRÁULICO	1
<b>Subtotal</b>	<b>79</b>		<b>26</b>		<b>5</b>
<b>Total general</b>	<b>110</b>				

**Nota:** Listado de incidentes y su reporte para el año 2019 según control interno de la operación.

Residuos como cobijas y plásticos, estibas de madera y residuos de vuelo, latas de aceites, precintos, que están asociados a las actividades propias de la operación en plataforma, dentro del manejo de carga, adecuación y salida de vuelos. Afectando a la operación en los siguientes aspectos:

- Una producción excesiva de residuos que posteriormente deben ser procesados, involucrando operaciones de almacenaje, transporte y disposición final.
- Combinaciones y mezclas de residuos de diferentes tipos y de composición no conocida.
- La generación de residuos peligrosos debido al uso de materiales y productos.

- Infiltraciones o fijaciones de contaminantes en los residuos sólidos que están presentes de forma inadecuada en el suelo y que están generando contaminación.
- Contaminación en aguas superficiales y subterráneas, surgiendo así una deficiente calidad de estas. Teniendo origen en a raíz de las infiltraciones de lixiviados que se generan por residuos sólidos encontrados en el suelo o vertimientos que se presentan en la operación en plataforma.
- Generación y propagación de olores ofensivos como producto de la descomposición de aquellos componentes orgánicos presentes en los residuos que se presentan sobre el suelo.

Los anteriores aspectos convergen con lo informado por Interaseo en el reporte anual sobre el manejo de residuos. Dentro de la corriente de residuos RVN (residuos vuelos nacionales), se encuentran compuestos por plástico, papel, cartón, vidrio, metales, orgánicos y ordinarios (Interaseo, El estudio 2020). Elementos que han aumentado su uso generalizado de los envases, donde cada artículo tiene más de un envoltorio, no consumible y que posteriormente adquiere la clasificación de residuo. Según un informe publicado por la Asociación Internacional de Transporte Aéreo (IATA) 2020. A nivel global, los pasajeros aéreos generan de 0,82 kg a 2,5 kg de residuos en cada trayecto, dependiendo de la distancia y clase de vuelo, con un promedio de 1,43 kg/persona/vuelo, Según el Consejo Internacional de Aeropuertos (ACI) 2020, había alrededor de 6,3 mil millones de pasajeros de avión en todo el mundo, lo que equivale a una estimación anual de 9.000 millones de kg de residuos al año. ¿A dónde van a parar los residuos que producimos cuando volamos\_? (2016, 21 diciembre, diario la vanguardia).

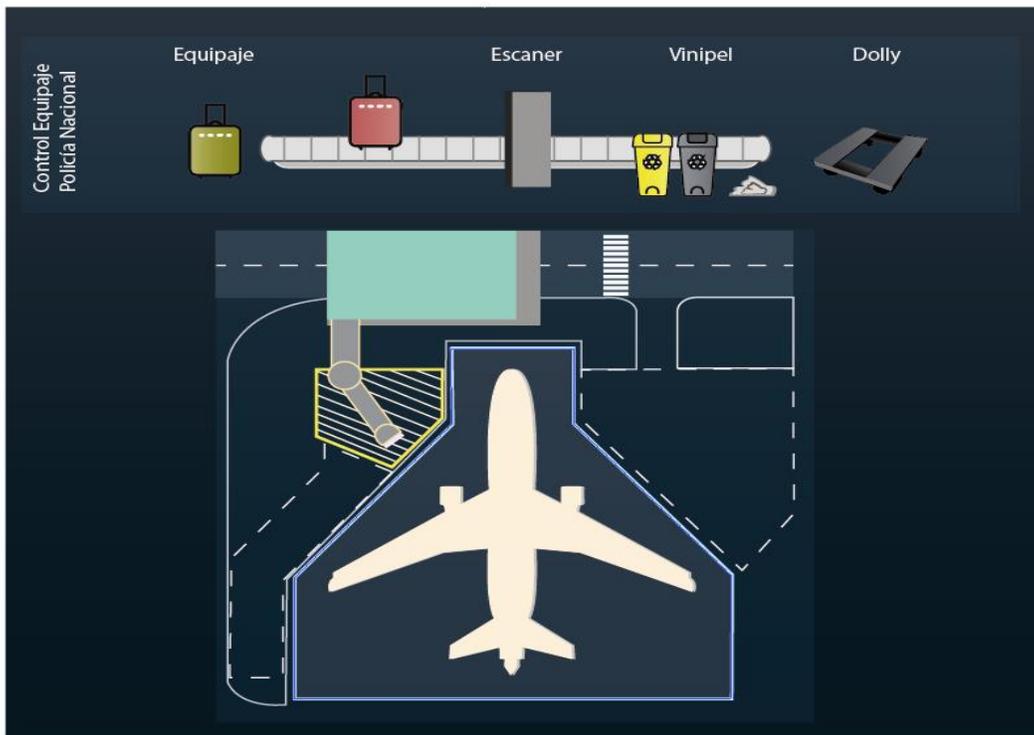
Vinipel:

Por otra parte, continuando con el análisis de los residuos sólidos plásticos generados en la operación de plataforma del Aeropuerto El Dorado; para las operaciones logísticas de embalaje se suelen utilizar plásticos de un solo uso, aunque existen variedad de este tipo (zuncho, stretch, termoencogibles, entre otros) el de uso más frecuente es el vinipel, con el cual se realizan los envoltorios que protegen mercancías y bienes que se ubican sobre las estibas. Dicha popularidad de estos materiales en la cadena logística ha desencadenado una fuerte competencia, donde el diferenciador principal es el precio, no habiendo incluso una clara distinción entre los fabricantes y proveedores. El problema de

la alta oferta de estos materiales es el impacto que generan al medio ambiente posterior a su uso, la descomposición de los plásticos de un solo uso y en particular del vinipel que está compuesto por PVC y el PVDC, los cuales liberan sustancias químicas (dioxinas) que terminan en vertederos o incineradores, debido a la complejidad que tiene su aprovechamiento en un ciclo cerrado.

Las imágenes corresponden (ver figura 20 a la 21) a los residuos generados en uno de los procesos que se dan posterior a la entrega del equipaje por parte de los pasajeros, que con el propósito de mantener la integridad del equipaje optan por proteger este, a través de los envoltorios de vinipel, ya sea por su propia cuenta o por medio de terceros que ofrecen este servicio a los viajeros en El Aeropuerto. Posteriormente, en el proceso de inspección rutinaria por parte de las autoridades locales, dichas envolturas son retiradas de los equipajes ver figura 18

**Figura 18**  
**Flujo equipaje en banda**



**Nota.** Esquema físico de la ubicación física de la plataforma de operación para pasajeros

**Figura 19**  
**Operación de equipaje en banda**



**Nota:** La imagen muestra como opera el proceso de cargue de equipaje en las dollies

**Figura 20**  
**Punto de basura para residuos físicos**



**Nota:** La imagen muestra los residuos físicos de la operación de equipaje

**Figura 21**  
**Punto de basura para residuos físicos**



**Nota:** La imagen muestra los residuos físicos de la operación de equipaje

Buscando no generar un impacto negativo en el medio ambiente se ha optado por utilizar plástico de un solo uso que posee propiedades biodegradables. No obstante, esta solución no ha logrado la efectividad con respecto al impacto ambiental, puesto que presenta las siguientes desventajas:

En primer lugar, la pérdida de la capacidad que tiene el producto para ser reciclado, ya que los aditivos utilizados solo hacen que el producto sea apto para ser desechado como un residuo sólido ordinario.

En segundo lugar, el producto pierde propiedades en cuanto a su calidad, lo que hace que el consumo se incremente para cubrir una misma necesidad, volviendo al punto de tener más residuo del este y generando más desperdicio.

Y, por último, el mayor inconveniente que presenta el insumo es que su costo tiene un porcentaje más alto que el plástico normal, situación que se debe sumar al hecho de que se requiere una mayor cantidad de producto por la calidad anteriormente mencionada.

Ante esta situación el reciclaje de plástico a nivel mundial se ha mostrado como un total fracaso, por un lado de acuerdo con los informes de la ONU 2019 solo el 9% de los plásticos logran ser reciclados, y por otro lado, según un informe conjunto del Foro Económico Mundial y la Fundación Ellen MacArthur 2017 a nivel mundial el 14% de este producto es reciclado. Finalmente, en el caso de Colombia de acuerdo con (Castelli, 2019. p. 17) solo 7% es reciclado. Estas cifras comparadas donde el embalaje en sí ocupa casi un tercio de toda la producción de plásticos difieren de los reportes de las empresas donde éstas informan que efectivamente los residuos plásticos son entregados a procesos efectivos de reciclaje.

Según (Castelli, 2019. p.17) el problema de desechos plásticos, está aumentando gracias al incremento del comercio electrónico, con una tasa promedio de expansión del 20% anual en todo el mundo. El mismo autor predice que, si las tendencias actuales de producción de plástico y gestión de residuos continúan, habrá 20 mil millones de toneladas métricas de plástico cubriendo el mundo para el 2050, convirtiendo partes del mundo en un basurero en expansión.

## Pallets

Al igual que el Vinipel a lo largo de los años los pallets se han caracterizado por ser elementos clave de las cadenas de suministro globales y son uno de los insumos más

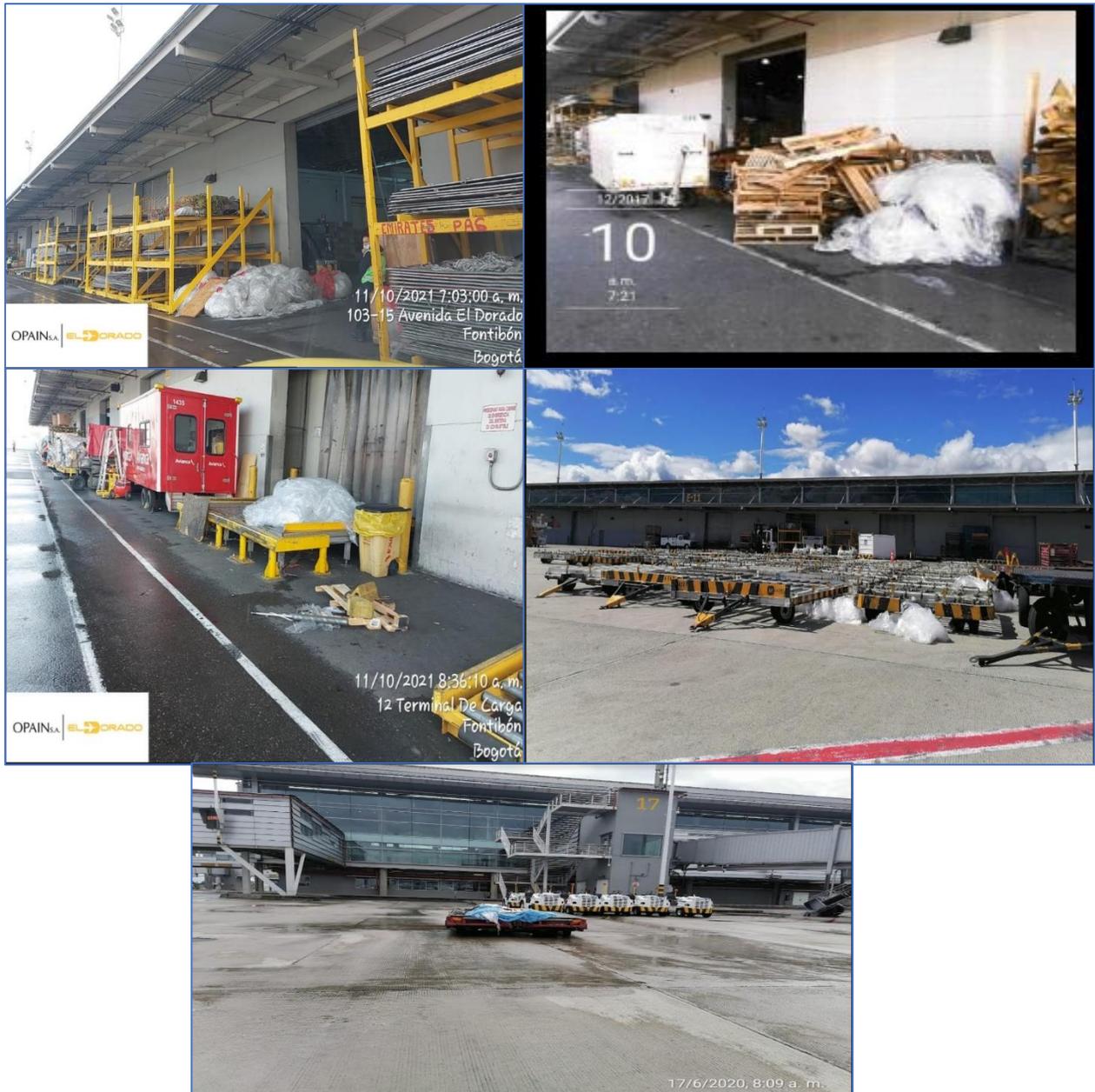
utilizados en materia de residuos retornables RTI (artículo de transporte retornable), que transportan alrededor del 80% de todo el comercio mundial. Los pallets generalmente son utilizados en operaciones de transporte y almacenamiento de mercancías y han permitido el desarrollo de los sistemas logísticos y de manejo de materiales eficientes utilizados a nivel mundial.

El nivel de manejo de este insumo logístico está creando complejidades logísticas y de gestión adicionales donde los desafíos de coordinación y compensación de la logística directa e inversa coexisten con flujos de retorno. Hoy en día la industria está fragmentada, lo que hace que el número de partes interesadas implicadas sean altos: desde fabricantes de pallets hasta usuarios y otros actores como, refabricantes, reparadores, proveedores etc.

Las configuraciones logísticas de ciclo abierto donde los pallets se consideran activo desechable y se desestimarán después del uso final. En esta cadena de suministro, los pallets fabricados se distribuyen a los usuarios (es decir, empresas que utilizan pallets como elementos de transporte) que los emplean para el transporte y almacenamiento a lo largo de su cadena de suministro. Cuando el pallet se entrega al usuario final, diferentes alternativas se pueden adoptar al final de su vida útil: los pallets se pueden triturar y separar para reciclar o eliminar directamente en un vertedero.

En el manejo de cargas, utilizado por los operadores del Aeropuerto El Dorado, se evidencia la existencia de la configuración de ciclo abierto, donde los insumos (pallets) son utilizados como apoyo en el proceso de cargue y descargue, al terminar su vida útil se convierten en residuos de operación, que generan un impacto ambiental, económico, entre otros.

**Figura 22**  
**Punto de basura para residuos físicos**



**Nota:** Residuos físicos de operaciones de transporte en plataforma que se encuentran en el día a día en los procesos logísticos

### **8.3 Objetivo 3: Estructurar las redes de valor de reúso, remanufactura, reciclaje y disposición aplicables a los residuos generados en la plataforma del Aeropuerto Internacional el Dorado.**

#### ***8.3.1 Participación en la gestión integral de residuos***

La participación es un mandato casi transversal a todas las regulaciones en materia de residuos, de hecho, se instaura como principio de la gestión para ser materializado a través de los mecanismos convencionales administrativos y judiciales, y otros mecanismos que están a disposición de los particulares.

En materia de gestión de residuos, prevalece el principio de participación pública y específicamente para los planes post-consumo y sistemas de recolección selectiva pretende la participación activa con tareas claras de todos los actores de la cadena productiva, incluyendo productores, distribuidores o comercializadores, acopiadores del residuo, consumidores o usuarios finales, receptores o gestores autorizados para el manejo del residuo post-consumo, operadores logísticos cuando a ello hubiere lugar, otros actores u organizaciones de apoyo a productores, e incluso autoridades ambientales para que articuladamente se logren las metas trazadas por el Gobierno Nacional. Ochoa, M. (2018).

En lo que corresponde a la prestación del servicio de recolección, transporte y manejo de residuos sólidos, INTERASEO cuenta con ocho sitios de almacenamiento temporal – CATR distribuidos en la infraestructura del lado aire, desde donde vehículos tipo furgón transportan los residuos hasta la Estación De Clasificación y Aprovechamiento – ECA, en la cual, se realiza el proceso de clasificación, pesaje y almacenamiento de los residuos aprovechables y la gestión para el manejo de los residuos aprovechables y no aprovechables, como se muestra en la Figura 23.

**Figura 23**  
**Modelo gestión integral de residuos**



**Nota.** Ciclo de gestión de los residuos generados en el aeropuerto

Cabe aclarar que el Aeropuerto tiene implementado el sistema de gestión basura Cero y cuenta con reconocimientos locales e internacional a nivel empresarial por la buena gestión y manejo de los residuos.

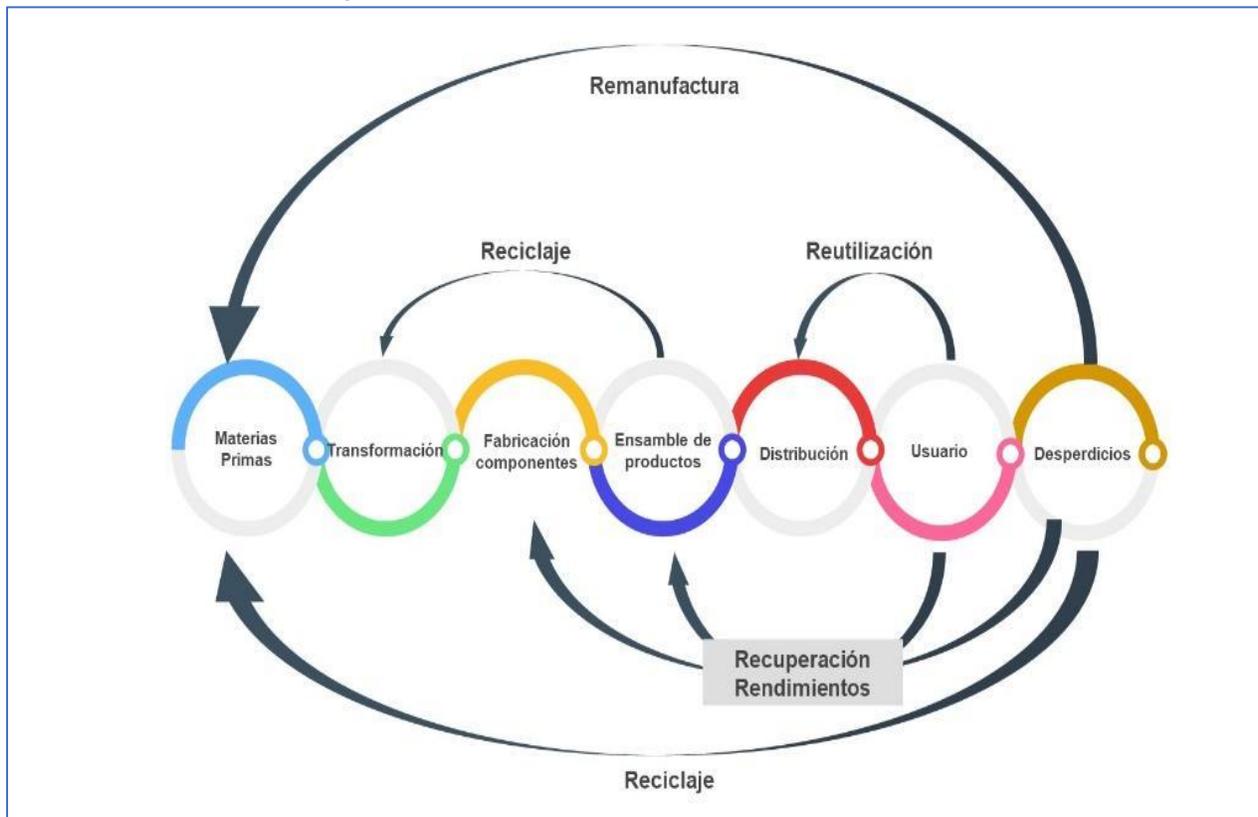
### **8.3.2 Cadenas de Valor:**

Las cadenas de valor comprenden toda la variedad de actividades que se requieren para que un producto o servicio transite a través de las diferentes etapas de producción, desde su concepción hasta su entrega a los consumidores y la disposición final después de su uso.

Cada una de las etapas que van desde la concepción y diseño, producción del bien o servicio, tránsito de la mercancía, consumo y manejo, y reciclaje final son comúnmente conocidas como eslabones de la cadena. De acuerdo con su participación se puede decir que las hay de forma directa o indirectamente y que además hacen parte de cadenas

regionales o globales de valor. En la figura 17 se muestran las redes de valor sugeridas en un modelo cíclico óptimo.

**Figura 24**  
**Introducción redes de recuperación**



**Nota.** La imagen muestra la red de recuperación y todos los componentes que hacen parte de esta.

### **8.3.3 Red de Valor de Reúso:**

El reusó o reutilización se fundamenta en el aprovechamiento de residuos que han sido generados en un proceso diferente al de su origen. Así mismo, consiste en dar utilidad a las cosas evitando la destrucción o desecho de estas y en lo posible evitar que se conviertan en residuos. No obstante, cuando dichos materiales se convierten en residuos mediante la utilización, este puede ser usado directamente o posterior a una manipulación o tratamiento de este, a continuación, se mencionan tres aspectos en los que se fundamenta la reutilización:

- a. La combustión de residuos, con el fin de generar una fuente energética por medio del calor.
- b. La recuperación, por medio de la cual se pueden separar y usar elementos que otras industrias podrán utilizar para otros propósitos.
- c. La apropiación directa de residuos para su uso en otras industrias.

En cuanto al primer aspecto, los países desarrollados han logrado implementar estrategias de aprovechamiento de residuos plásticos, donde se está generando energía eléctrica por medio de la combustión.

Por otra parte, para que la reutilización o reuso de residuos sea sustentable en el tiempo, es preciso mencionar que las industrias deben generar productos con mayor durabilidad y calidad, optimizar el material usado en empaques y distribución de productos, la utilización de materiales ligeros y sustitución de algunos materiales.

En el reuso o reutilización se pueden obtener materiales como: vidrio, caucho, materiales ferrosos, papel, cartón, entre otros. Dicho aprovechamiento permite tener ventajas como: la disminución de contaminación, generación de empleo e ingresos para las partes involucradas, aprovechamiento de materias primas que son reincorporadas al proceso de producción.

Una vez estructurada la red de valor que actualmente opera dentro de las actividades del Aeropuerto El Dorado, (ver figuras redes de valor Remanufactura, reciclaje, y disposición) se evidencia que los residuos generados no son integrados en un proceso de reuso debido a:

- a. por su naturaleza los residuos actualmente caracterizados no permiten ser integrados en un proceso de reuso.
- b. las condiciones físicas en que se encuentran los residuos cuando son recolectados en la fuente.
- c. los materiales que pueden ser objetos de reuso no están debidamente identificados por ende no hay un proceso establecido que de soporte al reuso de insumos que posteriormente son considerados residuos.

#### **8.3.4 Red de Valor de Remanufactura:**

La remanufactura es un proceso industrial de transformación, que no debe confundirse ni equipararse a la reparación o alteración, pues, aunque su proceso es idéntico al de la manufactura o producción, tiene la principal característica de que utiliza y combina, de manera indistinta, tanto insumos recuperados como nuevos.

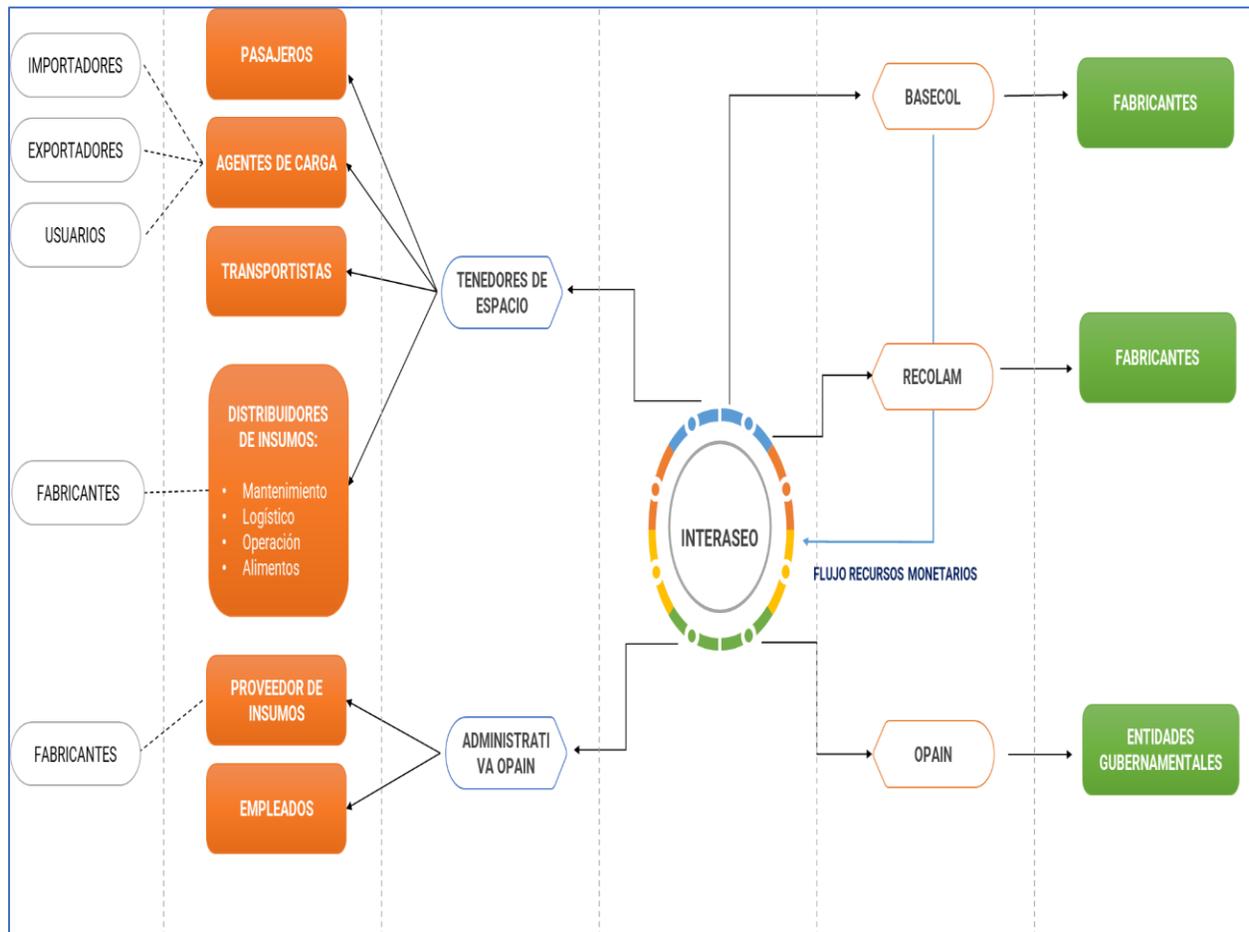
Una variante del proceso genérico de remanufactura se da cuando se trata de reacondicionar, volviendo a poner el producto como nuevo, el cual tuvo un proceso de valor y que al final requiere ser devuelto a su estado original. En este caso interesa controlar el flujo de los componentes durante el proceso de remanufactura ya que se deben montar con estos mismos componentes, más aquellos que se deban sustituir por nuevos.

Contrario a lo que sucede en el proceso de reciclaje, los bienes reparados no pierden su identidad individual (número de serie, modelo, etcétera) y en muchas ocasiones no llegan al desmantelamiento total. Y aunque en algunos casos el desensamble tiene que ser total, las partes que conforman el bien se mantienen integradas en todo momento hasta detectar aquellas que necesitan cambiarse. Las partes dañadas son reemplazadas por otras nuevas para su ensamble y debido funcionamiento.

Por otra parte, para el consumidor final el comercio de bienes remanufacturados representa la oportunidad de comprar productos de alta calidad a precios más accesibles. Comúnmente un bien remanufacturado es comercializado a un costo más bajo que el del mismo producto completamente nuevo. Este hecho abre el mercado a nuevas opciones de compra que no pueden acceder a bienes más costosos; como efecto inmediato, el mercado se amplía sin representar una amenaza para productores de bienes nuevos que llegan a un segmento específico de la población.

Finalmente, las operaciones de desensamble y recuperación de materiales que se destinan a remanufactura resultan en un negocio mucho más rentable que el reciclaje a formas primarias (fundición, molido, etcétera), lo que representa su mayor ventaja. Es por eso por lo que la remanufactura es considerada a nivel mundial como la forma óptima de reciclar; hay quienes le llaman, incluso, reciclaje de segunda generación. Considerado así por su efecto tanto en el aspecto comercial como ambiental.

**Figura 25**  
**Red de Valor Remanufactura**



**Nota:** Diagrama que nos muestra todos los participantes en la red de valor dentro de la operación del aeropuerto

**a. Aplicación de la Red de Remanufactura a los residuos generados en la operación del aeropuerto Plataforma:**

— **Compañía Focal: Interaseo SAS**

Como se mencionó anteriormente es la compañía licitada bajo la concesión de OPAIN SA para la recolección, administración, almacenamiento, clasificación y disposición de los residuos generados en la operación del aeropuerto el Dorado Luis Carlos Sarmiento

— **Procesos de Entrada**

— **Proveedores de nivel 1:**

La dinámica de la red en este nivel se compone de dos **proveedores; Tenedores de espacio (P1)** los cuales en el desarrollo de sus actividades generan la mayor cantidad de residuos que son dispuestos mediante la ruta de recolección establecida por la compañía focal. La operación del aeropuerto se centraliza en los tenedores de espacio, porque se desarrollan las actividades principales para el funcionamiento del aeropuerto, tales como:

- Aerolíneas (carga, asistencia, militar)
- Servicios al pasajero
- Mantenimiento de Aerolíneas
- Servicios de asistencia - salud
- Servicios de Catering
- Servicios de seguridad
- Bomberos aeroportuarios
- Controles aduaneros
- Logística aeroportuaria
- Servicios de aseo (limpieza interna y externa de aeronaves)
- Transporte de carga, valores, pasajeros y correo
- Proveedores de combustible para las aeronaves

Bajo el mismo nivel tenemos el proveedor P2 denominado así a toda la parte administrativa de OPAIN S.A. que generan residuos a la compañía focal quien recoge estos, de las fuentes designadas para tal fin.

#### — **Proveedores de nivel 2:**

Este nivel de la red de valor se considera el de mayor importancia puesto que está integrado por los proveedores foco del mayor terminal aéreo que tiene el país y que está ubicado en la ciudad de Bogotá. El Aeropuerto Internacional el Dorado es el mayor centro del movimiento logístico de procesos y salidas de pasajeros (P1) en sus vuelos nacionales e internacionales y de carga administrados y consolidados por los agentes de carga (P2).

Por otro lado, tenemos a los transportistas (P3) que mueven las cargas directamente a los tenedores de espacio para posterior adecuación y despacho.

Los proveedores (P4) están integrados por todos aquellos que comercializan bienes y servicios a los tenedores de espacio proveyendo los insumos que permiten que el aeropuerto funcione correctamente en sus operaciones comerciales, carga y de personas. Se consideran:

- Distribuidores de Insumos de Mantenimiento
- Distribuidores de Insumos logísticos
- Distribuidores de Insumos Operación
- Distribuidores de Insumos Alimentos y empaques

Proveedores (P5) y (P6) están identificados por los que suministran insumos que dan soporte para la atención de la operación administrativa de OPAIN, incluyendo todo el recurso humano de esta compañía.

Proveedores Nivel 3:

Los proveedores (P1), (P2) y (P3) están integrados bajo este nivel y corresponden a los generadores de operaciones logísticas acorde a sus necesidades de intercambio comercial atendiendo demandas y ofertas dentro y fuera del país, a través de actividades de comercio exterior, como los movimientos de carga de diferentes dimensiones, sin dejar de lado el envío de correo. De otro lado los proveedores (P3) y (P4) son denominados fabricantes que dentro de sus procesos de manufactura generan insumos, productos, bienes terminados, partes, repuestos para su distribución y comercialización como base fundamental en la operación del aeropuerto.

— **Procesos de Salida**

— **Clientes de nivel 1:**

Toda vez que los residuos almacenados, clasificados y dispuestos, posteriormente son entregados por parte de la compañía focal a los aliados estratégicos especialistas e integradores de la cadena de valor, para procesos de remanufactura, así:

**La compañía Basecol (C1)**, aliada de la compañía focal, se especializa en la remanufactura de residuos, principalmente madera, que posteriormente será transformada en aglomerados que a su vez se convertirán en muebles para uso doméstico. Esta compañía también trabaja la línea de espumas a nivel industrial, por lo que dentro de la red, genera valor a través de la remanufactura, evitando desperdicios y promoviendo el uso de las buenas prácticas de menor impacto ambiental y social.

Por otra parte, los residuos que son considerados aprovechables donde se caracterizan principalmente el plástico PET, cartón y vidrio, son entregados a la compañía **Recolam (C2)** con una amplia trayectoria en el reciclado ecológico ambiental, quienes los introducen nuevamente dentro de la cadena de valor con los procesos de remanufactura. Este eslabón corresponde al final de la cadena de valor de reciclaje, pero también hacen parte del eslabón 1 de un nuevo proceso de valor, lo que pone en evidencia el modelo circular del reciclaje de este tipo de residuos.

La relación del flujo monetario que existe entre Interaseo y los dos aliados (C1 y C2) se basa principalmente en la remuneración monetaria por la compra de los residuos que han sido debidamente clasificados en la ECA (Estación de clasificación y aprovechamiento de residuos) por parte de los aliados estratégicos que harán proceso de remanufactura según sea el caso.

Dentro de la cadena se encuentra **OPAIN (C3)**, quien debe cumplir con la normativas para el ejercicio de las actividades del aeropuerto, dichas normas encaminadas al menor impacto y la responsabilidad que tiene la concesión frente a todos los actores y usuarios que interactúan diariamente tanto en el flujo de entrada como el de salida. Adicional a dichas normativas, OPAIN cuenta con certificaciones ambientales y de servicio, que le acreditan como uno de los mejores aeropuertos de América Latina.

### **8.3.5 Red de valor de Reciclaje:**

El reciclaje es la actividad de recuperación, transformación y elaboración de materiales a partir de residuos sólidos (Álvarez, 2013. p.35). Es la herramienta que permite fomentar la educación ambiental con respecto a la problemática relacionada con el medio ambiente, buscando generar una conducta ecológica que adquiere una persona cuando

realiza alguna acción que busque estar a favor de la conservación de recursos naturales o de obtener una mejor calidad en el medio ambiente (Luzón, Sánchez, & Martínez, 2005).

En primera instancia, esta actividad permite reducir la utilización de materias primas obtenidas a partir de recursos naturales, buscando generar diferentes alternativas de posibles materiales e insumos como el plástico, aluminio y cobre para la fabricación de productos. Al mismo tiempo, disminuye el consumo de energía debido a que sustituye procesos completos de materias primas desde su punto cero por reprocesos de materiales reciclados, al generar un beneficio económico a largo plazo en las organizaciones y empresas (Martínez, 2001).

Por último, el reciclaje beneficia a la contribución del desarrollo sostenible que permite la evolución de un país en términos sociales, medioambientales y económicos, en donde se aprovechen los recursos que ya han sido utilizados en procesos de producción anteriores para la creación de nuevos productos sin la necesidad de seguir explotando los recursos naturales, lo cual permite el desarrollo de una sociedad amigable con el planeta.

Otra de las formas en que se aplica el reciclaje consiste en el **compostaje**; que es el proceso mediante el cual la materia orgánica que se desecha (residuos de alimentos, hojas, etc.) puede ser reaprovechada por un proceso de descomposición aerobio (con presencia de aire), que permite generar un abono orgánico rico en nutrientes, que a su vez puede ser utilizado en agricultura, jardinería u otros usos relacionados con el trabajo y aprovechamiento del recurso tierra. El producto, generado a partir de los residuos sólidos orgánicos, puede ser aprovechado en zonas rurales, para el enriquecimiento de suelos, cultivos y como alimento para animales (procesos térmicos industriales), generación de biogás (usando biodigestores).

El proceso de reciclaje considera las etapas:

- Origen

Este es el primer punto de la cadena, donde se producen los diferentes residuos. Se distinguen entre el origen doméstico/comercial y el origen industrial.

En esta etapa los residuos, cualquiera que sea su origen, pueden ser separados utilizando las diferentes condiciones de acopio establecidas tanto para los procesos domésticos como a nivel industrial.

- Recuperación

Esta etapa consiste en la recogida y transporte de los residuos en sus contenedores, según sea el caso puede tratarse de empresas públicas o privadas.

Hay muchas formas de realizar esta recuperación, desde pequeñas canecas para almacenar residuos, hasta los diferentes tipos de contenedores de almacenamiento, de esta manera se evidencian que algunas son más eficientes que otras.

- Planta de transferencia

Básicamente es una plataforma para hacer acopio de residuos y cuya función es cargarlo en mayores vehículos con el objeto de hacer más eficiente el transporte. Para la mayoría de los casos en esta etapa se busca condensar los volúmenes de producto con métodos de compactación y prensado ayudando a optimizar los niveles de espacio y costos de transporte. Esta es una fase que no siempre se utiliza en el proceso de reciclaje.

- Planta de clasificación:

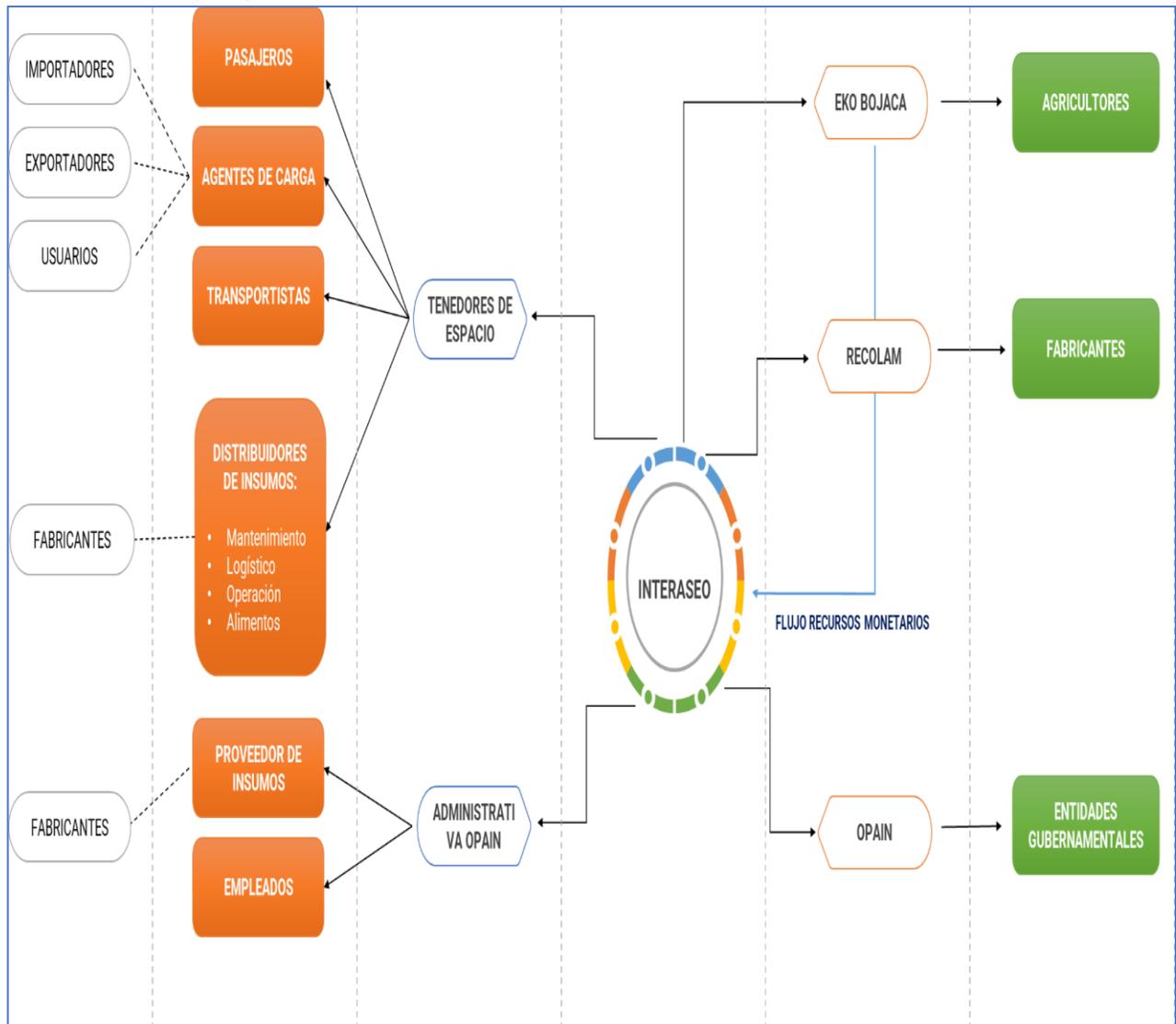
Sin duda una de las principales etapas en la cadena de suministro. Estas plantas están diseñadas para separar y clasificar los residuos que llegan para agruparlos por tipo y poder llevarlos a las plantas de tratamiento y reciclaje.

- Reciclador final:

En ésta, los residuos llegan o bien separados para su reciclaje o mezclados porque su clasificación es inviable.

Pueden tratarse de recicladores (de papel y cartón, de plástico, de metales, de madera, de vidrio...), de depósitos controlados (vertederos) o plantas de producción de energía (biomasa, biogás, incineradoras,)

**Figura 26**  
**Red de Valor Reciclaje**



**Nota:** Diagrama que nos muestra todos los participantes en la red de reciclaje dentro de la operación del aeropuerto

a. Aplicación de la Red de Reciclaje a los residuos generados en la operación del aeropuerto:

Para esta Red de valor se consideran exactamente los mismos procesos y actuantes de entrada descritos en la Red de valor de Remanufactura por lo que se hará énfasis en los procesos de salida que presentan un cambio en el tipo de residuos y actuantes.

— **Compañía Focal: Interaseo SAS**

— **Procesos de Salida**

Clientes de nivel 1:

Toda vez que los residuos son almacenados, clasificados y dispuestos, posteriormente son entregados por parte de la compañía focal a los aliados estratégicos especialistas e integradores de la cadena de valor, para procesos de reciclaje así:

La compañía **Eko Bojacá (C1)**, quien recibe de la compañía focal los residuos orgánicos, es especialista en el tratamiento y aprovechamiento de estos, teniendo una capacidad de recibir hasta 60 Toneladas diarias. Los residuos orgánicos se utilizan para elaborar bioinsumos agrícolas, fertilizante orgánico y acondicionador de suelo a través del compostaje. El proceso para la transformación inicia una vez se hace la recolección de los residuos, posteriormente se realiza el proceso de mezcla apropiada para obtener el abono equilibrado, así mismo se eliminan patógenos y se enriquece la tierra con microorganismos, para finalmente tamizar y obtener el abono como producto final a los agricultores (principales clientes).

Por otra parte, los residuos que son considerados aprovechables donde se caracterizan principalmente el cartón, material de empaque y embalaje con residuos de alimenticios, y algunos tipos de plásticos, se entregan a la compañía **Recolam (C2)** quienes aplican procesos de reciclaje buscando introducirlos de nuevo como materias primas dentro de la cadena de valor. La interacción que está logrando este gestor ambiental evidencia un excelente modelo circular del reciclaje de este tipo de residuos.

La relación del flujo monetario que existe entre Interaseo y los dos aliados (C1 y C2) se basa principalmente en la remuneración monetaria por la compra de los residuos que han sido debidamente clasificados en la ECA (Estación de clasificación y aprovechamiento de residuos) por parte de los aliados estratégicos que harán proceso de remanufactura según sea el caso.

Dentro de la cadena se encuentra **OPAIN (C3)**, quien debe cumplir con las normativas para el ejercicio de las actividades del aeropuerto, dichas normas encaminadas al menor impacto y la responsabilidad que tiene la concesión frente a todos los actores y usuarios que interactúan diariamente tanto en el flujo de entrada como el de salida. Adicional a dichas normativas, OPAIN cuenta con certificaciones ambientales y de servicio, que le acreditan como uno de los mejores aeropuertos de América Latina.

### **8.3.6 Red de valor de Disposición:**

Complementando el manejo de los residuos sólidos y líquidos es necesario disponer de estos, de la manera más adecuada, que cause el menor impacto al medio ambiente y que permita incorporar materia prima al ciclo productivo. En la disposición de los residuos se plantean la recuperación de materiales y el relleno sanitario para los materiales que definitivamente no sean reciclables o reusables.

Generalmente parte de los residuos considerados que no son reciclables o reusables son los desechos peligrosos que son aquellos desechos sólidos, líquidos, pastosos o gaseosos que por su reactividad química y sus características (tóxicas, explosivas, corrosivas, radioactivas, biológicas, inflamables, volatilizables, combustibles u otras), o por su cantidad y tiempo de exposición, pueden causar daños a la salud de los seres humanos, propiedad y medio ambiente.

Dentro de las etapas de manejo de desechos peligrosos se consideran los siguientes elementos o etapas claves: Generación, Acumulación, Almacenamiento, Transporte, Tratamiento y Disposición Final.

- Manejo y Disposición Final de los Residuos Sólidos Ordinarios

La técnica que se emplea actualmente para la disposición final de los residuos sólidos es el método de relleno sanitario (exceptuando los residuos biológicos los cuales previamente deben ser incinerados para disminuir su peligrosidad).

- Relleno Sanitario

Es un método para la disposición de residuos sólidos ordinarios y especiales en el suelo sin detrimento al medio ambiente, sin causar molestias y sin poner en peligro la salud y seguridad pública; utilizando principios de ingeniería para confinar los residuos en un área lo más pequeña posible a la vez que reducirlos en la fuente por medio de recuperación, reciclaje, y reutilización al menor volumen que sea practicable. Ya en el relleno son compactadas mecánica o manualmente y luego cubiertas con una capa de tierra tan frecuentemente como sea necesario.

- Drenaje de lixiviados

Se debe implementar un drenaje de lixiviados, que consiste en la adecuación de el fondo y las paredes de la depresión retirando la vegetación (si es del caso), conformando pendientes del fondo y las paredes hacia los filtros de lixiviados, impermeabilizando (si es necesario) y construyendo el filtro para el drenaje de lixiviados.

- Chimenea para evacuación de gases

Se debe implementar un sistema para la evacuación de los gases generados por la descomposición de la materia orgánica, consiste en la adecuación de conductos, generalmente construidos en piedra de regular tamaño envueltas en una malla metálica con salidas hasta la superficie distribuidos a lo largo y ancho del relleno.

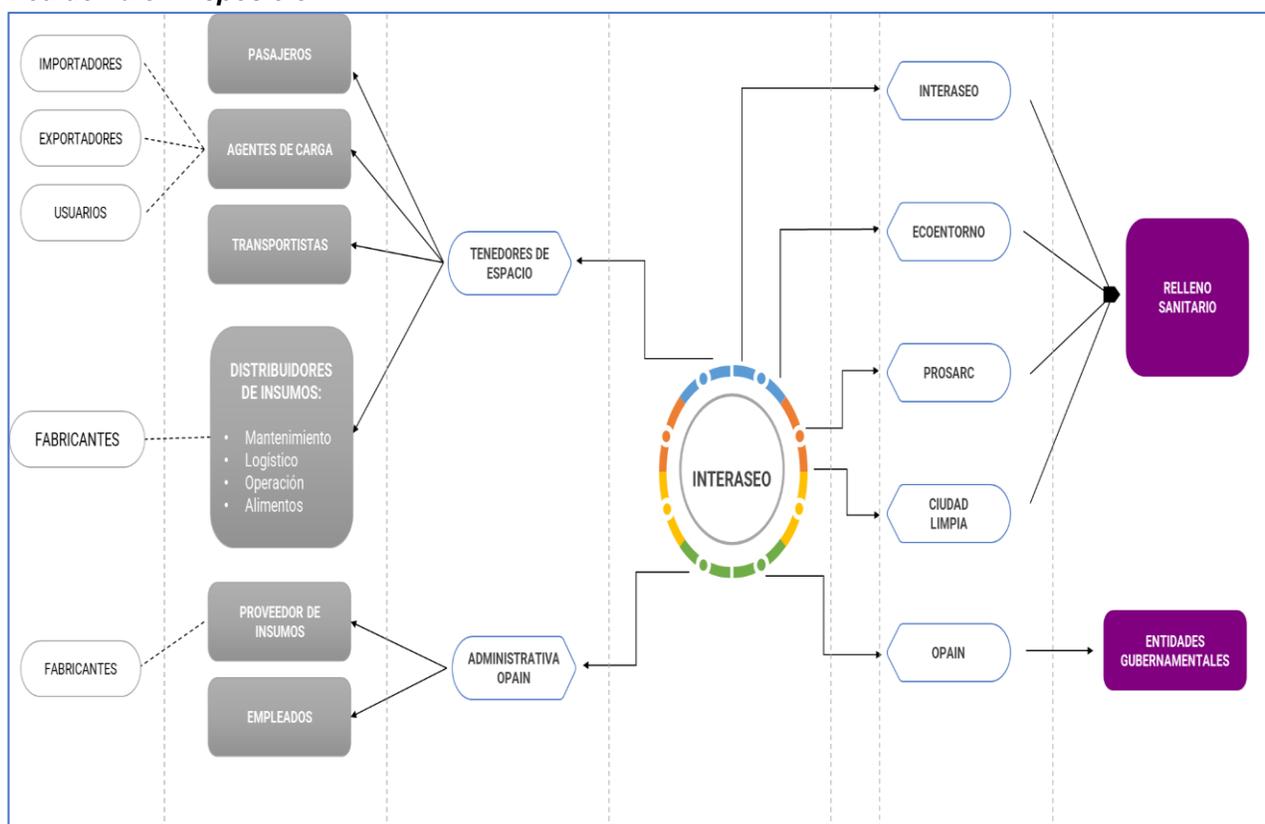
- Manejo y disposición final de residuos sólidos especiales

Como ya se definió anteriormente, los residuos sólidos especiales, tienen características de mayor riesgo para la salud y el medio ambiente. Por esta razón deben recibir un tratamiento especial desde su recolección hasta su disposición final.

- Disposición final

La disposición final de los residuos sólidos especiales se debe realizar en rellenos sanitarios de seguridad. Que consisten en rellenos con las mismas características generales de los rellenos para residuos sólidos ordinarios. Deben ser totalmente impermeabilizados y aislados de la zona donde se ubiquen, pueden tener recubrimientos especiales en concreto o metal dependiendo de las características de los residuos, igualmente antes de ser depositados en los rellenos se pueden encapsular.

**Figura 27**  
**Red de Valor Disposición**



**Nota:** Diagrama que nos muestra todos los participantes en la red de disposición dentro de la operación del aeropuerto

a. Aplicación de la Red de disposición a los residuos generados en la operación del aeropuerto:

Para esta Red de valor se consideran exactamente los mismos procesos y actuantes de entrada descritos en las Redes de valor de Remanufactura y reciclaje por lo

que se hará énfasis en los procesos de salida que presentan un cambio en el tipo de residuos y actuantes.

- Compañía Focal: Interaseo SAS
- Procesos de Salida
- Clientes de nivel 1:

Toda vez que los residuos son almacenados, clasificados y dispuestos, posteriormente son entregados por parte de la compañía focal a los aliados estratégicos especialistas e integradores de la cadena de valor, para procesos de remanufactura así:

Los clientes (C1, C2, C3 y C4) corresponden a prestadores de servicios entre otros, la disposición de los residuos sólidos, a través de la compañía focal tienen injerencia en la operación, ya que son el último eslabón de la red de valor, de ahí su importancia e impacto frente a las responsabilidades frente a la comunidad.

La normatividad Colombiana en relación con la prestación del servicio público de aseo, y con la gestión integral de residuos sólidos (actividades a la que se dedican los Clientes C1-C4), tiene su base legal en el Decreto 1713 de 2002. En los artículos 14 y 15 de este decreto se establece que:

- Están obligados a almacenar y presentar los residuos sólidos en forma y sitio indicado por el decreto
- Seguir los lineamientos del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos de los municipios o distritos donde estén realizando sus actividades
- Separar debidamente los residuos y disponer de ellos en los lugares autorizados para tal fin.

Dentro de la cadena se encuentra OPAIN (C3), quien debe cumplir con las normativas para el ejercicio de las actividades del aeropuerto, dichas normas encaminadas al menor impacto y la responsabilidad que tiene la concesión frente a todos los actores y usuarios que interactúan diariamente tanto en el flujo de entrada como el de salida.

Adicional a dichas normativas, OPAIN cuenta con certificaciones ambientales y de servicio, que le acreditan como uno de los mejores aeropuertos de América Latina.

#### **8.4 Objetivo 4: Propuesta Diseño red de valor verde para las operaciones en plataforma del Aeropuerto Internacional el Dorado**

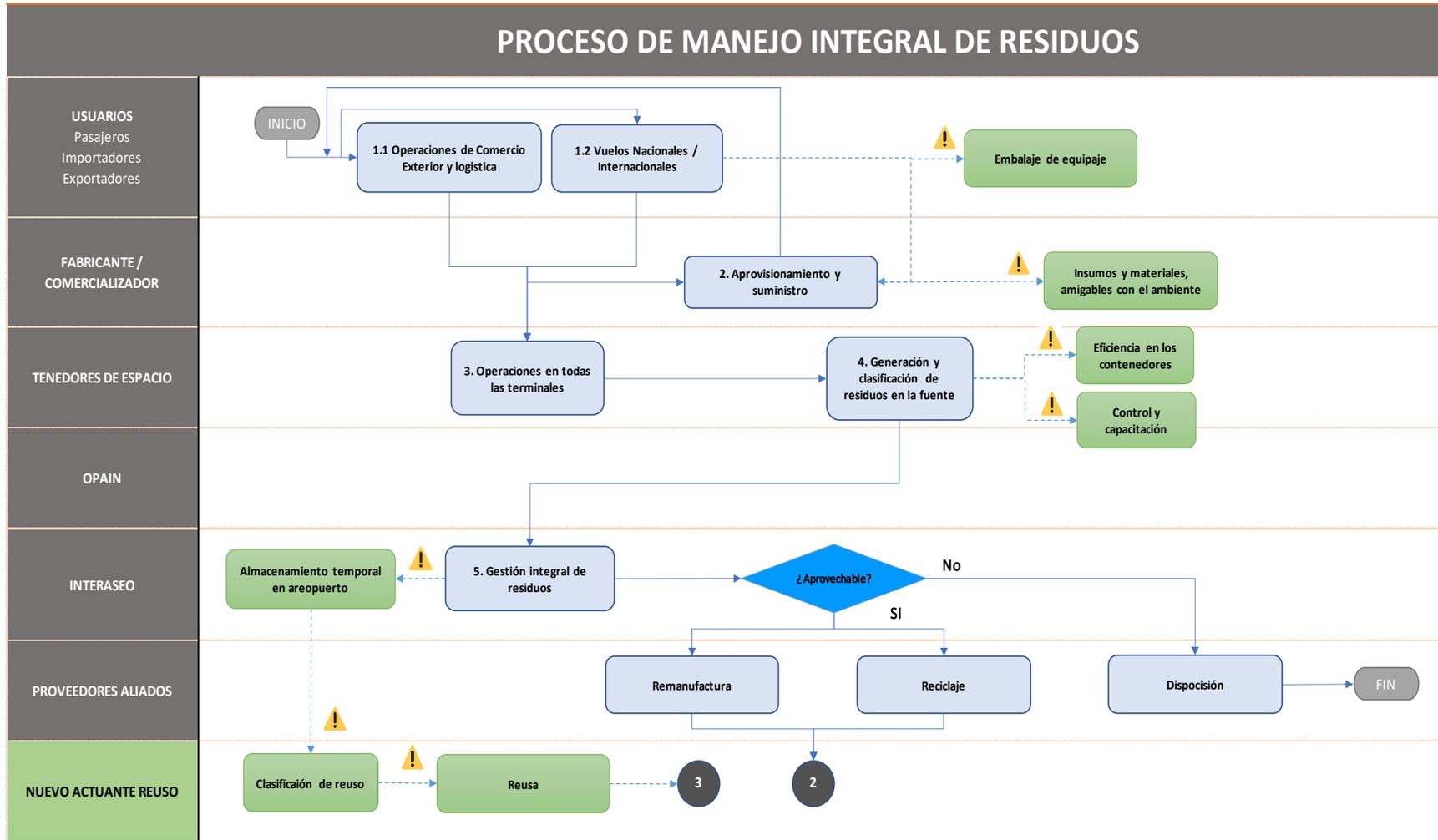
##### **8.4.1 Propuesta**

Ante el desarrollo de los objetivos previos donde se identificaron las actividades que se dan en el día a día de las operaciones en plataforma, se caracterizaron los residuos generados y se muestran los actuantes de las redes de valor, se procede a enunciar las alternativas de mejora objeto de la investigación y análisis de las diferentes fuentes que se suministraron a lo largo de la estructura del trabajo. Es así como se procede a estructurar el modelo del proceso como resultado del análisis propio, y a su vez las alternativas que se consideran como mejora dentro las operaciones que ocurren en las plataformas del aeropuerto el Dorado.

En la figura 28 se muestra el proceso De manejo integral de residuos y la tabla 24 a la 28, para su comprensión se precisan las siguientes convenciones para tener en cuenta:

- Los pasos en azul corresponden a aquellos que operan actualmente en el proceso por medio de los diferentes actores
- Los actores de cada proceso están plenamente identificados en la columna principal a la izquierda.
- Los símbolos de alerta se presentan en el proceso actual seguido de una acción de mejora sugerida.
- Los pasos en verde corresponden a las mejoras propuestas para agregar valor a las redes existentes.

**Figura 28**  
**Proceso de manejo integral de residuos**



**Nota.** Proceso actual de los residuos y la propuesta de mejora para ser eficaz en el uso de los residuos generados en la operación de la plataforma.

**Tabla 24**

**Operaciones de comercio Exterior y Vuelos**

No.	Descripción de la actividad	Interacción	Insumo o Residuo	Responsable
1.1	Operaciones de comercio Exterior y de Logística	Los usuarios de comercio entregan y manejan sus operaciones en el mayor centro logístico aéreo (Aeropuerto el Dorado) Los usuarios envían y reciben correo	Carga para su embalaje o mercancía ya dispuesta para su manipulación Cartón – plásticos – Madera, otros Sobres y documentos (papel, envolturas)	USUARIOS  Pasajeros Importadores Exportadores
1.2	Vuelos Nacionales e Internacionales	Los clientes requieren movilizarse de forma aérea dentro y fuera del país a través del aeropuerto	Materiales de embalaje y de protección (plásticos, ordinarios)	
<p>Hallazgos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Los insumos que se están utilizando para el embalaje y empaque de mercancías, su paletización y acondicionamiento para los despachos están generando el residuo a tratar.</li> <li>- Los pasajeros están optando por embalar y asegurar sus equipajes al ingreso del terminal aéreo mediante proveedores que disponen de plástico vinipel para este servicio. Envoltorio que casi siempre es retirado del equipaje una vez el mismo es entregado a la aerolínea dentro de las validaciones de seguridad que deben hacer las entidades de control. Posteriormente el plástico es desechado en los puntos de recolección de residuos.</li> </ul> <p>Alternativas de Valor Verde:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Evitar el consumo plástico vinipel para el embalaje de equipaje (maletas, cajas, otros), promoviendo que los proveedores de este servicio al ingreso del aeropuerto opten por embalajes sostenibles y reusables, tales como: Forros personalizados para maletas en poliéster y otros materiales que han sido reciclados y que se muestran como alternativa de poder tener varios usos.</li> </ul>				

Nota. Listado de hallazgos para las diferentes etapas de la operación

**Tabla 25**

**Aprovisionamiento y suministro**

No.	Descripción de la actividad	Interacción	Insumo o Residuo	Responsable
2.	<b>Aprovisionamiento y suministro</b>	Los proveedores, fabricantes, comercializadores suministran bienes y servicios de apoyo a las actividades de los usuarios, y tenedores de espacio.	Entrega elementos e insumos para el acondicionamiento de la carga Cartón – plásticos – Madera, otros Provee alimentos, empaques envolturas, papel, plásticos, envases, combustibles, sustancias para el mantenimiento de equipos, repuestos, partes y otros.	Proveedores, comercializadores fabricantes, outsourcing.
<p>Hallazgos:</p> <p>Empaques y contenedores de productos:</p> <p>Los generadores de elementos que sirven para el embalaje, contención y presentación, están generando los mismos para un solo uso, o de corta vida que impiden que se puedan volver a incluir en ciclo económico o que su reincorporación tarde un mayor tiempo y costo.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Aceites y lubricantes para mantenimientos</li> <li>▪ Plástico vinipel de un solo uso</li> <li>▪ Plástico vinipel biodegradable</li> <li>▪ Madera utilizada en guacales y pallets</li> <li>▪ Icopor en materiales para la presentación y contención de alimentos</li> </ul>				

- Cobijas que son dispuestas para los pasajeros en los viajes
- Uso de pitillos en la presentación de los alimentos
- Uso de cartón como elemento de protección y manipulación.
- Otros....

**Exportación de Flores:**

Diariamente, al muelle de carga internacional del aeropuerto Eldorado (Bogotá, Colombia), y durante un día pico, se hacen los ingresos entre 500 y 700 camiones cargados con flores para su exportación. Cada uno de los camiones proviene de un cultivo o varios con carga para diferentes clientes. Cada camión visita en promedio al menos dos de los seis Operadores de Transporte Aéreo. Dado que la consolidación de la carga se realiza en el aeropuerto, el operador de transporte aéreo debe contar con facilidades (bodegas con cuartos fríos y acceso a la plataforma de estacionamiento de aeronaves) que le permitan la actuar como un centro de consolidación de carga, es decir que permitan armar pallets de avión ("paletización") de diferentes cargas al mismo tiempo. En este proceso de reacondicionamiento todo el plástico vinipel tiene que ser desechado porque no puede viajar con la carga debido a afecta directamente en la calidad del producto.

**Alternativas de Valor Verde:**

Se debe buscar que cada día más las empresas se concienticen del medio ambiente y que elijan productos eco-responsables en sus compras, con alternativas como:

- Plástico de burbujas: Con las mismas características que el plástico de burbujas clásico, pero es de film de polietileno 50% reciclado. Este producto ayuda a reducir el consumo de materias primas.
- Chips de relleno de embalaje: Está fabricado con almidón de maíz y es 100% reciclable, biodegradable y compostable, soluble al agua y antiestático. Un buen sustituto para los rellenos de embalaje.
- Relleno de papel: La alternativa de relleno más ecológica consiguiendo un excelente resultado, se puede encontrar en rollo (que con el uso de máquinas se puede economizar más y conseguir mejores resultados) o se puede encontrar en virutas.
- Sistema Geami WrapPak: Uno de los productos que está en tendencia y el mejor sustituto de relleno de embalaje ya que está hecho con papel y cartón y protege como ninguno. 100% natural, reutilizable y reciclable.
- Cinta adhesiva de papel: Es ideal para sustituir a la cinta adhesiva, cuenta con las mismas prestaciones, es reciclable junto a la caja de cartón y es ecológica, están fabricadas en papel Kraft sin silicona.
- Fajado de Papel: El fajado en papel requiere la utilización de adhesivo para sellar las dos partes del papel. Para conseguir el mejor resultado, puede utilizarse adhesivo de producto libre de polietileno. Se trata de un termofusible que es biodegradable y que puede comportarse. Este adhesivo ha constituido una de las mejores soluciones para conseguir que el fajado sea completamente ecológico. Además, esto es fundamental de cara al reciclaje, pues implica que todo el fajado, incluido el adhesivo, puede depositarse en los contenedores de papel.

Para el embalaje de las exportaciones de flores, hoy en día en los mercados mucho más competitivos que buscan optimizar los costos en la logística de carga se presentan opciones de embalaje de pallets como:

**Lona para pallets:** El film protector es adecuado para el almacenamiento, embalaje y envío a largo plazo. La funda de material complejo está fabricada de dos capas de poliéster metalizado y películas de burbujas gruesas. Características y beneficios: Protege contra la humedad, manchas y polvos, protección térmica para la mercancía óptima para el almacenamiento y manipulación de larga duración.

**Cubre pallets reutilizables o Galaxy Pack:** Reemplazan el uso de plástico vinipel para embalaje de mercancías en pallets que garantizan una duración de 5 años o hasta 1200 usos. Su material altamente resistente garantiza que nunca se deforman al tiempo que contienen la carga en el pallet de forma segura. Adicionalmente incorporan una protección Biocida que protege la mercancía contra la formación de bacterias, hongos y algas durante el almacenaje en ambientes húmedos o de baja iluminación.

**Nota.** Listado de hallazgos para las diferentes etapas de la operación

**Tabla 26****Operaciones en todas las terminales**

No.	Descripción de la actividad	Interacción	Insumo o residuo	Responsable
3	Operaciones en todas las terminales	Los tenedores de espacio realizan su actividad principalmente en las plataformas del aeropuerto, disponen de dicho espacio con el fin de desempeñar las diferentes actividades en función de los usuarios de comercio internacional, la logística, correo, la carga y el manejo de pasajeros tanto nacionales como internacionales.	Debido a que gran parte de la operación depende de los tenedores de espacio, estos generan la mayor cantidad de residuos, tanto aprovechables como no aprovechables. El tenedor puede ser generador de toda clase de residuos, como ordinarios, residuos peligrosos o especiales, variedad de plásticos en especial para el manejo de logística de cargas, metales, madera, diferentes clases de plástico, entre otros.	Tenedores de espacio
<p>Hallazgos:</p> <p>Los tenedores de espacio son netamente responsables por las operaciones y actividades en los espacios entregados por OPAIN, tienen la obligación de realizar la debida clasificación desde la fuente para los residuos generados en el curso de sus funciones. De igual manera, la capacitación y continua supervisión del cumplimiento de la gestión integral de residuos establecida.</p>				

**Nota.** Listado de hallazgos para las diferentes etapas de la operación

**Tabla 27**

**Generación y clasificación de residuos en la fuente**

No.	Descripción de la actividad	Interacción	Insumo o residuo	Responsable
4	Generación y clasificación de residuos en la fuente	<p>La clasificación en la fuente (puntos verdes, contenedores de residuos) es la base para un manejo de residuos amigable con el ambiente y responsable.</p> <p>Los tenedores de espacio utilizan los diferentes contenedores dispuestos para la variedad de residuos generados, incluso para aquellos de difícil clasificación e identificación ya sea por su naturaleza o por la composición de varios materiales del que se compone el residuo.</p>	<p>Debido a que gran parte de la operación depende de los tenedores de espacio, estos generan la mayor cantidad de residuos, tanto aprovechables como no aprovechables.</p> <p>El tenedor puede ser generador de toda clase de residuos, como ordinarios, residuos peligrosos o especiales, variedad de plásticos en especial para el manejo de logística de cargas, metales, madera, diferentes clases de plástico, entre otros.</p>	Tenedores de espacio
<p><b>Hallazgos:</b></p> <p>Se evidencia que los contenedores dispuestos para la clasificación de "otros residuos" no tienen la capacidad suficiente frente al volumen generado, razón por la cual se encuentran residuos desbordantes o nexos a los contenedores.</p> <p>En los contenedores se encuentran residuos de difícil clasificación y los denominados "otros residuos" o residuos FOD que no entran en las categorías conocidas.</p> <p><b>Alternativas de valor verde:</b></p> <p>Con respecto a los contenedores la capacidad y disposición de estos debe ampliarse en la medida en que se están generando, previo análisis que permita identificar en estos puntos en cuales hay mayor concentración de dichos residuos. Ejemplo: los contenedores que se deben disponer en carga deben tener mayor capacidad.</p> <p>Debido a lo anterior, la capacitación es un factor clave en la prevención de depósito de residuos de manera inadecuada, optimiza el proceso de clasificación y separación de estos, incentiva el buen uso de los recursos dispuestos evitando reprocesos, se da un manejo responsable a los residuos con el menor impacto ambiental.</p>				

**Nota.** Listado de hallazgos para las diferentes etapas de la operación

**Tabla 28**

**Gestión integral de residuos**

No.	Descripción de la actividad	Interacción	Insumo o residuo	Responsable
5	Gestión integral de residuos	<p>Acorde a lo establecido por la empresa focal (Interaseo S.A.S.) y en cumplimiento de las normas Colombianas para empresas cuya actividad es el manejo de residuos sólidos y líquidos, la empresa está obligada a dar un buen manejo a los residuos generados.</p> <p>Existe todo un plan estructurado por la empresa para la recolección y manejo de los residuos el cual se viene ejecutando dentro del aeropuerto y emitiendo informes de la gestión correspondiente por año vencido a la concesión OPAIN.</p>	No Aplica, ya que el proveedor solo gestiona los residuos generados por los diferentes actores en la operación.	Interaseo S.A.S

**Hallazgos:**

Se evidencia por parte de la empresa que gestiona los residuos por parte de los actores de la operación, que la clasificación de estos no es la correcta tomando como base las 8 corrientes que dispone la reglamentación establecida por OPAIN.

Se dispone de un almacenamiento temporal, donde los residuos son consolidados, antes de su traslado a la ECA (Estación de Clasificación y Aprovechamiento), el único uso de este almacenamiento corresponde a la consolidación de los residuos sin agregar algún otro proceso de valor.

**Alternativas valor verde:**

Iniciativas por parte del proveedor de gestión de residuos sobre la identificación y posible reuso de los residuos entregados en la operación, como primera medida incorporar en el informe anual apoyado de datos de recolección y la situación del estado de los materiales potencialmente para la incorporación.

Adicionar un aliado estratégico a la red de valor, que tenga la capacidad de identificar, administrar y adecuar los residuos que pueden ser reutilizados en el corto y mediano plazo dentro de la operación del aeropuerto.

Implementación de una red de valor de reuso, teniendo en cuenta que actualmente no se encuentra caracterizada y que se evidencia la necesidad frente a los compromisos que tienen hoy en día las compañías frente a la responsabilidad social y ambiental.

**Nota:** Listado de hallazgos para las diferentes etapas de la operación

## 9. CONCLUSIONES

Para definir las “Características principales del rol de los actores en la estructura genérica de la red incluyendo al Aeropuerto Internacional el Dorado como proveedor de apoyo para los servicios logísticos de la red de valor de ciclo cerrado para Bogotá”. La participación de los diferentes actores en la red están enfocados en el cliente objetivo que se inclinará por el producto que más se acerque a sus expectativas, que pueden ser por precio o por calidad, con algunos sesgos que se obtienen por el mercadeo y la publicidad que en muchos casos son desarrollados por empresas 165 culturales y creativas que apoyan a las empresas en esta importante tarea de comercializar sus productos y para las empresas de logística que utilizando el transporte terrestre o los servicios logísticos de empresas aéreas que por el aeropuerto internacional el Dorado Luis Carlos Galán Sarmiento trasladan a los mayoristas, minoristas y al consumidor los productos. Además, movilizan los equipos comerciales para realizar concretar los negocios dentro y fuera del país, necesarios en el comercio que requiere este número importante de empresas radicadas en el área metropolitana de Bogotá, que genera un producto interno bruto (PIB) de 105.000 millones de dólares esto representa el 32.1% del producto interno bruto (PIB) del país, según datos suministrado por el análisis económico de la cámara de comercio de Bogotá. (de Bogotá, 2019)

De acuerdo con los informes de la cámara de comercio de Bogotá, la economía de Bogotá vista como región está asociada a actividades de servicios 60 %, comercio 20 % e industria manufacturera 10 % del producto interno bruto del país, esto ha permitido el crecimiento de las industrias que se consolidan como de apoyo en el desarrollo de la cadena de valor de ciclo cerrado en lo concerniente a logística, culturales y creativas que sirven como proveedores. EL aeropuerto el Dorado es una industria que reúne más de 8.400 empresas en Bogotá y la Región. Por su operación no solo se dinamizan los sectores de turismo sino también de comercio, logística y servicios, y subsectores relacionados. Tan solo la aviación genera 600.000 empleos, 71.000 directos en las aerolíneas y las subsidiarias, 76.000 en la cadena de suministros y 432.000 en turismo general, según información de la IATA. La región Bogotá Cundinamarca tiene un entorno atractivo para los negocios Bogotá es reconocida internacionalmente por su poder de marca, reputación

estable y como una de las ciudades más atractivas en América Latina para habitar en ella, estudiar, hacer negocios, obtener oportunidades laborales, e invertir dinero. Es una de las ciudades con gran potencial, debido a la diversidad, tamaño de su economía y de su población, que acoge a diferentes regiones del país y migrantes de otros países, por su ambiente para 166 los negocios, la conectividad, el amplio potencial humano y un estilo de vida abierto a muchas culturas, así como por su fortaleza económica.

El porcentaje de residuos que son considerados aprovechables (en promedio 51%) de la operación podría incrementarse para las actividades relacionadas a carga de mercancías, una vez sea validada y optimizada en la cadena de valor que existe actualmente la responsabilidad de los tenedores de espacio de no solo de mantener, sino de optimizar el manejo de los residuos desde la fuente.

Es necesario enfatizar, que, si bien es cierto que los tenedores de espacio cumplen con el suministro necesario para la clasificación de los residuos de acuerdo con las corrientes aplicadas en el proceso de estos, en el contenido se encuentra diversidad de residuos de otras corrientes que no corresponden a la debida clasificación.

La responsabilidad de los tenedores de espacio, no se limita a la disposición final, sino a las estrategias aquí planteadas, para prevenir la generación de residuos.

Con respecto a los eventos en plataforma fue posible identificar la cantidad de irregularidades reportadas por los inspectores en plataforma, no obstante, no hay evidencia de la cuantificación económica de los impactos que se están generando en la operación del aeropuerto para determinar las acciones inmediatas y los respectivos alcances y responsabilidades.

Los procesos aplicados en el reciclaje, remanufactura y disposición de los residuos generados en la operación de plataforma están siendo eficientes. Sin embargo, Se encontró que en la cadena hay oportunidades de mejora frente a los filtros de clasificación para optimizar los procesos en la generación de valor.

La cadena de valor contiene los procesos que representan los mayores y principales costos de un negocio y, es allí, en donde las empresas deben buscar la generación de ventajas competitivas y ser altamente eficientes optimizando recursos y siendo modelos de productividad en cada proceso. Bajo la nueva red de valor propuesta se busca la generación de empleo debido a las alternativas de incluir más proveedores a

la cadena que optimicen la gestión de los residuos mediante una nueva estructura de reuso.

La red de valor de Reuso planteada busca impulsar la estandarización con una alta calidad del manejo de residuos y reconocimiento mundial, entrando a competir con países que han desarrollado red de valor verde durante la última década incorporando un modelo sostenible y consistente en el tiempo.

A lo largo de la investigación también se evidencio la falta de normatividad, por parte del estado y de dar claridad de las leyes existentes, para definir lo que se puede y no de puede hacer y quienes deben realizar las actividades, esto genera confusión y permite que en algunos casos las empresas puedan evadir su responsabilidad en términos medioambientales o limiten el desarrollo de la economía circular, al crear barreras por las que no se pueden desarrollar los principios propio de una cadena de valor de ciclo cerrado. El desarrollo de esta investigación nos permitió visualizar que si se está creando una conciencia colectiva sobre lo importante de cuidar los recursos y el medioambiente, que los empresarios están dispuestos a hacer sus aportes para el desarrollo de las cadena de valor de ciclo cerrado que generan nuevas oportunidades de negocio, oportunidad de obtener ventajas competitivas al mostrar su responsabilidad social, generando una mayor adición de eslabones a la cadena de valor que permite que aún mas empresas culturales y creativas participen en ella. Es importante aunar esfuerzos para que no se quede en esfuerzos individuales, por esto un proyecto como la creación de una red de valor para las empresas manufactureras en la ciudad de Bogotá, toma un valor muy importante para alcanzar el objetivo esperado.

## 10. RECOMENDACIONES

El equipo disponible por el tenedor del espacio utiliza deliberadamente las bolsas y/o canecas dispuestas para el material que debe ser considerado FOD, la diversificación de corrientes, la disponibilidad de las bolsas y/o canecas y el desconocimiento del uso de estas, sugiere considerar una acción de mejora por medio de un comité de vigilancia del cumplimiento, indicadores de gestión frente a la operación y como última medida una sanción cuando la falta sea severa o reticente.

La implementación de una red de valor de reuso, teniendo en cuenta que actualmente no se encuentra caracterizada y que se evidencia la necesidad frente a los compromisos que tienen hoy en día las compañías frente a la responsabilidad social y ambiental.

Es importante buscar acercamientos e integración de los actuantes de las diferentes redes más allá de los compromisos económicos y comerciales que existan, deben existir alianzas que busquen la optimización de los recursos.

Ante el volumen de residuos que se generan en la operación del aeropuerto se recomienda como caso de estudio analizar la tecnificación en el proceso de recolección, almacenaje, clasificación y del manejo de estos buscando obtener una ventaja competitiva ante los altos niveles de generación.

Es importante validar de qué forma los informes de gestión de los residuos por parte de la empresa de Aseo son aplicados en los planes de mejora constante para cada año, y qué alcance tienen ante los tenedores de espacio como los principales generadores de residuos.

Es muy importante crear relaciones público, privadas para diseñar la normatividad y la legislación que se emitirá por parte del gobierno de manera que sea muy claro el rol de los diferentes actuantes ya que, si bien existen mesas de trabajo, el resultado final no siempre es acorde con la realidad de los negocios impidiendo el alcance del verdadero objetivo que tienen la creación de redes de valor de ciclo cerrado para el medioambiente y el desarrollo económico que se puede obtener.

## REFERENCIAS

- Acevedo, J. A. (2011). Modelo de referencia de la red de valor en Latinoamérica. España: Editorial Agrícola Española.
- Ammons, J., Realf, M. y Newton, D. (Ed) (1997). *Reverse Production System Design and Operation for Carpet Recycling*. Georgia Institute of Technology.
- André, F. y Cerdá, E. (2006). Gestión de residuos sólidos urbanos: análisis económico y políticas públicas. [https://www.researchgate.net/publication/277260510\\_Gestion\\_de\\_residuos\\_solidos\\_urbanos\\_analisis\\_economico\\_y\\_politicas\\_publicas](https://www.researchgate.net/publication/277260510_Gestion_de_residuos_solidos_urbanos_analisis_economico_y_politicas_publicas)
- Autry, C., Daugherty, P y Richey, R. (2001). The challenge of reverse logistics in catalog retailing. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*. 31(1), pp. 26-37.
- Barros, A. I., Dekker, R. y Scholten, V. (1998). Atwo-level network for recycling sand: A case study. *European Journal of Operational Research*. 5(110), pp 199-214.
- Bastian, C.(2009) Contaminación de aguas subterráneas por hidrocarburos líquidos livianos en fase no acuosa. Universidad de Concepción, departamento de Ingeniería Civil, facultad de Ingeniería.
- Beamon, B. (1999). Designing the green supply chain. *Logistics Information Management*. 12(4), pp 332-342.
- Beamon, B. y Fernandes, C. (2004). Supply chain network configuration for product recovery. *Production Planning & Control*. 15(3), pp 270-281.
- Blanco Alfonso, L. Y. (2018). Diseño de una metodología para la configuración genérica de una red de valor extendida, un estudio de caso centrado en la compañía focal. Bachelor's thesis, Fundación Universidad de América.
- Brito, M. y Dekker, R. (Ed) (2003). *A Framework for Reverse Logistics*. Erasmus Research Institute of Management.
- Brito, M. y Flapper, S. (Ed) (2003). *Reverse Logistics: a review of case studies*. Erasmus Research Institute of Management.
- Caballero, F. (2017). Gestión de la Cadena de Abastecimiento. Bogotá: Fundación universitaria del area Andina.

- Castelli, F. (2019). El reciclaje dentro de la logística va más allá de reutilizar plástico.  
<https://www.multi-packing.com.co/reutilizar-plastico>
- Carter, C. y Ellram, L. (1998). Reverse logistics: A review of the literature and framework for future investigation. *Journal of Business Logistics*. 19(1), pp 85-102.
- Colomer, F. y Gallardo, A. (Ed) (2010). Tratamiento y Gestión de residuos sólidos. Limusa SA
- Dekker, R., Bloemhof-Ruwaard, J., Fleischmann, M., Van Nunen, J., Van del Laan, E. y Van Wassenhove, L. (1998). Operational Research in Reverse Logistics: some recent contributions. *International Journal of Logistics: Research and Applications*. 1(2), pp 141-154.
- Dowlatshahi, S. (2000). Developing a Theory of Reverse Logistics. *Interfaces*. 30(3), pp 143-155.
- Dowlatshahi, S. (2002). A framework for strategic factors in reverse logistics, Decision Sciences Institute, Annual Meeting Proceedings, 425-430.
- Dowlatshahi, S. (2010). A cost-benefit analysis for the design and implementation of reverse logistics systems: case studies approach. *International Journal of Production Research*. 48(5), pp 1361-1380.
- Fleischmann, M., Beullens, P., Bloemhof-Ruwaard, J. M., y Van Wassenhove, L. N. (2001). The impact of product recovery on logistics network design . *Production and Operations Management*. (10), pp 156-173.
- Fleischmann, M., Bloemhof-Ruward, J., Dekker, R., van der Laan E, van Nunen, J. y Van Wassenhove, L. (1997). Quantitative models for reverse logistics: a review. *European Journal of Operational Research*. (103), pp 1-17.
- Fleischmann, M., Krikke, H., Dekker, R., y Flapper, S. (2000). A characterization of logistics networks for product recovery. (28), pp 653-666.
- Fleischmann, M., Nunen, J. y Van Graeve, B. (2002). Integrating Closed-loop Supply Chains and Spare Parts Management at IBM, Erasmus Research Institute of Management.

- Govindan, K., Soleimani, H., y Kannan, D. (2015). Reverse logistics and closed-loop supply chain: A comprehensive review to explore the future. *European Journal of Operational Research*, 240(3), pp 603-626.
- Guide Jr., V. D. R. y Van Wassenhove, L. N. (2009). The Evolution of Closed-Loop Supply Chain Research. *Operations Research*, 57(1), pp 10-18.
- Guide Jr., D., Jayaraman, V., Srivastava, R. y Benton, W. (2000). Supply - Chain Management for Recoverable Manufacturing Systems. *Interfaces*. 30(3), pp 125-142.
- Harrington, L. (1994). The art of reverse logistics. *Inbound Logistics*. (14), pp 29-36
- Hillegersberg, J. V., Zuidwijk, R., Nunen, J. V. y Eijk, D. V. (2001). Supporting returns flows in the supply chain. *Communications of the ACM*. 44(6), pp 74-79.
- Hughes, D. (2003). (Ed) Reverse Thinking in the Supply- Chain. EBSCO.
- Krikke, H., Bloemhof-Ruwaard, J. y Wassenhove, L. N. (2001a). Design of Closed Loop Supply Chains: A Production and Return Network for Refrigerators, *Erasmus Research Institute of Management*.
- Krikke, H., Pappis, C. P., Tsoufas, G. T. y Bloemhof-Ruwaard, J. (2001). Design Principles for Closed Loop Supply Chains: Optimizing Economic, Logistic and Environmental Performance. *Erasmus Research Institute of Management*.
- Kroon, L. y Vrijens, G. (1995). Returnable containers: an example of reverse logistics. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 25(2), pp 56-68.
- Mar-Ortiz J., Adenso-Díaz, B. y González-Velarde, J. L. (2011). Design of a Recovery Network for WEEE Collection: the case of Galicia, Spain. *Journal of the Operational Research Society*, 62(8), pp 1471-1484.
- Mar-Ortiz, J., Gracia, M. (2014) logística inversa: prácticas actuales, tendencias futuras y oportunidades de investigación. *Revista QUID*.
- Nieto Sánchez, A., Ambiental, P., Reviso, A., Sanabria, Z. y González, T. Gestión de sostenibilidad manejo de residuos provenientes de vuelos nacionales e internacionales. [https://www.opain.co/files/anexo\\_39\\_gss-pr-011\\_procedimiento\\_para\\_el\\_manejo\\_de\\_residuos\\_de\\_vuelos\\_nacionales\\_e\\_internacionales.pdf](https://www.opain.co/files/anexo_39_gss-pr-011_procedimiento_para_el_manejo_de_residuos_de_vuelos_nacionales_e_internacionales.pdf)

- Ocampo, P. (2017). Dialnet U. A dónde van a parar los residuos que producimos cuando volamos: <https://dialnet.unirioja.es>
- Ochoa, M. (2018). Gestión integral de residuos análisis normativo y herramientas para su implementación (2da ed.). Universidad del Rosario.
- ODINSA. (2017). Memoria Anual 2017. Informe GRI. <https://www.odinsa.com/wp-content/uploads/INFORME-ODINSA-2017-GRI.pdf>
- ODINSA. (2018). Memoria Anual 2018. Informe GRI. <https://www.odinsa.com/wp-content/uploads/MEMORIA-ANUAL-ODINSA-2018.pdf>
- OPAIN S.A. (2018). Manual De Gestión Sigo De Opain S.A. Gestión De Riesgos Y Sostenibilidad.
- Pohlen, T. L. y Farris, M. T. (1992). Reverse logistics in plastics recycling. *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*. 22(7), pp 35-47
- portalcalidad.com. (2022). Mapa de procesos de un aeropuerto - Tema portalcalidad.com. Portalcalidad. [https://www.portalcalidad.com/foros/3834-mapa\\_procesos\\_aeropuerto](https://www.portalcalidad.com/foros/3834-mapa_procesos_aeropuerto)
- Prahinska, C. y Kocabasoglu, C. (2006). Empirical research opportunities in reverse supply chains. *Omega: international Journal of Management Science*. 34(6), 519-532.
- Ritchie, L., Burnes, B., Whittle, P. y Hey, R. (2000). The benefits of reverse logistics: the case of Manchester Royal Infirmary Pharmacy. *Supply Chain Management: An International Journal*. 5(5), pp 226-233.
- Rogers, D. S. y Tibben-Lembke, R. S. (1998). Going Backwards: reverse logistics trends and practices. *Reverse Logistics Executive Council*.
- Rogers, D. S. y Tibben-Lembke, R. (2001). An examination of reverse logistics practices. *Journal of Business Logistics*. 22(2), pp 129-148.
- Rubio, A., Chamorro, F., y Miranda, J. (2008). Characteristics of the research on reverse logistics (1995–2005). *International Journal of Production Research*. 46(4), pp. 1099-1120.
- Sharma M. (2004). Reverse Logistics and environmental considerations in equipment leasing and asset management. (Tesis Doctoral) Georgia Institute of Technology. USA.

- Stock, J. R. (1992). Reverse Logistics, *Council of Logistics Management*
- Stock, J. R. y Broadus, C. (2006). Doctoral research in supply chain management and/or logistics related areas: 1999-2004. *Journal of Business Logistics*. 21(1), pp 139-151.
- Springer, K. (2017) Los desechos de comida: un grave problema para las aerolíneas. <https://cnnespanol.cnn.com/2017/07/19/los-desechos-de-comida-un-grave-problema-para-las-aerolineas/>
- tgarcmar. (2020). La importancia de una cadena de suministro verde. *Blog de CC de Transporte y Logística*.
- Vargas-Hernández, J. G. (2005). Los procesos de transformación estratégica en relación con la evolución de las organizaciones. *Estudios Gerenciales*, 65 - 80.
- Wang, Z. (2020). Investigación sobre diseño de procesos y evaluación de la cadena de suministro de circuito cerrado de la compañía W. Valencia: Universitat Politècnica de València.